Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Structure de la communauté ichtyenne interdidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent : cadre de référence pour le suivi à long terme de l'état de l'écosystème de l'estuaire du Saint- Laurent

M. Gagnon, Y. Ménard et J.-M. Coutu

Ministère des Pêches et des Océans
Direction de la Gestion des pêches et de l'habitat
Direction de la Gestion de l'habitat du poisson
Gare Maritime Champlain, C.P. 15 500
901, Cap Diamant, Québec, Qc, G1K 7Y7

Juin 1992

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1870

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

93-00813/

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annuel des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Number 1-456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457-714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715-924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

RAPPORT TECHNIQUE CANADIEN DES
SCIENCES HALIEUTIQUES ET AQUATIQUES
NO 1870

Juin 1992

STRUCTURE DE LA COMMUNAUTÉ ICHTYENNE INTERTIDALE DE L'ESTUAIRE MOYEN DU SAINT-LAURENT: CADRE DE RÉFÉRENCE POUR LE SUIVI À LONG TERME DE L'ÉTAT DE L'ÉCOSYSTÈME DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

par

M. Gagnon[1], Y. Ménard[1] et J.-M. Coutu

Ministère des Pêches et des Océans
Direction de la gestion des pêches et de l'habitat
Division de l'habitat du poisson
Gare Maritime Champlain
C.P. 15 500
901 Cap Diamant
Québec, Qué.
G1K 7Y7

[1] BIOREX Inc., 969 Route de l'Église, Bureau 250, Sainte-Foy (Québec) G1V 3V4

Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1992
No de catalogue Fs 97-6/1870 F ISSN 0706-6570

On devra référer comme suit à cette publication:

Gagnon, M., Y. Ménard et J.-M. Coutu. 1992. Structure de la communauté ichtyenne intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent: cadre de référence pour le suivi à long terme de l'état de l'écosystème de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1870 F: vii + 35 p.

PRÉFACE

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Plan d'Action Saint-Laurent, plus particulièrement dans le volet "État de l'environnement et des écosystèmes" pour le compte de la direction de la Gestion des pêches et de l'habitat, division de la Gestion de l'habitat du poisson du ministère des Pêches et des Océans.

Cet ouvrage, préparé par Biorex Inc., complète le projet de préparation d'un cadre de référence pour un suivi environnemental initié à l'été 1989.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
PRÉFACE	iii
LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	vi
RÉSUMÉ/ABSTRACT	vii
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	1
Caractéristiques géomorphologiques des sites d'échantillonnage	3
Petite-Rivière-Saint-François	3
Pointe-aux-Orignaux	3
Variabilité spatio-temporelle des conditions physico-chimiques	3
Centroïde d'abondance et niche des poissons	4
Variabilité spatio-temporelle de la structure des communautés	5
Première dimension	5
Deuxième dimension	6
Troisième dimension	6
Pathologie et parasitisme	7
Opacité des yeux	7
Parasitisme	7
DISCUSSION ET CONCLUSIONS	8
RÉFÉRENCES	9
ANNEXE 1	34
ANNEXE 2	35

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1.	Méthodes de calcul des paramètres de communauté	11
Tableau 2.	Définition des variables caractérisant chaque site visite	12
Tableau 3.	Caractéristiques physico-chimiques et géomorphologiques des sites à chacune des visites	13
Tableau 4.	Matrice de corrélation entre les variables utilisées pour caractériser les sites-visites	14
Tableau 5.	Corrélation entre les dimensions de l'espace réduit et les variables utilisés pour caractériser les sites-visites	15
Tableau 6.	Liste des taxons corrélés significativement avec les dimensions du cadrage multidimensionnel	16
Tableau 7.	Corrélation entre les dimensions du cadrage multidimensionnel et les paramètres de communauté	17
Tableau 8.	Fréquence des anomalies, tumeurs et parasitisme chez les poissons adultes capturés dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent en 1991	18
Tableau 9.	Fréquence d'occurrence d'yeux opaques et de parasites dans la cavité abdominale chez les poissons adultes capturés dans l'estuaire moyen en 1991	19

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1.	Localisation des stations d'échantillonnage dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent	20
Figure 2.	Diagramme T-S de la zone intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent à la fin de l'été à marée basse et à marée haute	21
Figure 3.	Évolution de la transparence de l'eau à marée haute dans la zone intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent en fonction de la salinité à la fin de l'été	22
Figure 4.	Ordination des 28 sites-visites dans l'espace réduit obtenu de l'analyse en composantes principales basée sur les caractéristiques physico-chimiques des sites-visites	23
Figure 5.	Position du centroïde d'abondance des principaux taxons dans l'espace réduit physico-chimique	24
Figure 6.	Relation entre l'étendue et la distance de la niche des principaux taxons	25
Figure 7.	a) Ordination des 28 sites-visites dans les 1re et 2e dimension du cadrage multidimensionnel basé sur l'abondance des 52 taxons	26
	b) Ordination des 28 sites-visites dans les 1re et 3e dimension du cadrage multidimensionnel basé sur l'abondance des 52 taxons	27
Figure 8.	Relation entre l'abondance totale de poissons et le nombre de taxons capturés et la 1re dimension du cadrage multidimensionnel	28
Figure 9.	Relation entre l'abondance totale de poulamons, d'éperlans et de plies lisses et la 1ère dimension du cadrage multidimensionnel	29
Figure 10.	Relation entre la 2e dimension du cadrage multidimensionnel et une combinaison linéaire de la température et de l'eau tidal de salinité	30
Figure 11.	Relation entre l'abondance des taxons dulcicoles, estuariens-anadromes et marins-côtiers et la 2e dimension du cadrage multidimensionnel	31
Figure 12.	Évolution spatio-temporelle de la fréquence d'occurrence d'yeux opaques chez les poissons dulcicoles, estuariens et marins-côtiers adultes en 1991	32
Figure 13.	Évolution spatio-temporelle du taux de parasitisme interne chez les poissons dulcicoles, estuariens et marins-côtiers adultes en 1991	33

RÉSUMÉ

La variabilité spatio-temporelle de l'abondance de 33 espèces de poisson à six stations intertidales de l'estuaire moyen du Saint-Laurent à la fin de l'été (août-octobre) de 1989 à 1991 a été traduite en une structure à 3 dimensions. La première dimension est associée au gradient amont-aval de salinité et aux migrations de certaines espèces (dont le poulamon atlantique) le long de ce gradient. La deuxième dimension est associée aux variations spatio-temporelles de la température de l'eau et de l'écart tidal de salinité; la communauté intertidale s'appauvrit avec la diminution de la température de l'eau d'août à octobre et avec l'augmentation de l'écart tidal de salinité observé pendant les marées de vive-eau. La troisième dimension représente la variabilité annuelle observée. Cette structure en trois dimensions constitue un cadre de référence permettant de suivre l'évolution à long terme de l'état de l'écosystème du Saint-Laurent, une amélioration ou une détérioration importante de l'état de l'écosystème devant se répercuter sur la structure ichtyenne au niveau de la troisième dimension.

ABSTRACT

The spatio-temporal variability of the abundance of 33 fish species at six intertidal stations in the middle St.Lawrence Estuary in late summer (august-october) from 1989 to 1991 was translated into a 3-dimensional structure. The first dimension is associated with the longitudinal salinity gradient and with the migration of some species (including the atlantic tomcod) along this gradient. The second dimension is related to water temperature and the level of tidal variability; the intertidal community is impoverished when temperature decreases from august to october and when the tidal variability increases during spring tides. The third dimension explains the annual variability observed. This 3-dimensional structure can be used as a reference frame for the long term monitoring of the state of the St.Lawrence Estuary ecosystem; a significant improvement or deterioration of the ecosystem should have notable repercussions on this structure, in the third dimension.

INTRODUCTION

En 1991, pour une troisième année consécutive, les communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire moyen du Saint-Laurent ont fait l'objet d'un suivi. Les trois premières années de ce suivi ont comme objectif d'établir un cadre de référence pour le suivi à long terme de l'état de l'écosystème de l'Estuaire.

Les résultats de la première année du suivi sont présentés par Massicotte *et al* (1990). L'analyse des résultats des deux premières années du suivi (Gagnon *et al* 1991) a démontré que presque toute la variabilité spatio-temporelle de l'abondance des poissons pouvait être représentée dans un espace à seulement deux dimensions. La première dimension est spatiale et correspond au gradient amont-aval de l'estuaire. La deuxième dimension est spatio-temporelle et est fortement correlée à la température de l'eau et à l'importance de variabilité à court terme (tidale) des conditions physico-chimiques. Ces deux dimensions définissent un cadre de référence dans lequel la position d'un site d'échantillonnage peut être prédite à partir des caractéristiques physico-chimiques de l'eau au moment de l'échantillonnage.

Gagnon *et al* (1991) émettent l'hypothèse que la deuxième dimension du cadre de référence correspond au niveau de stress environnemental auquel sont soumises les communautés ichtyennes et prédisent qu'une détérioration ou une amélioration de l'état de l'écosystème de l'estuaire du Saint-Laurent se répercutera sur la structure des communautés ichtyennes dans cette dimension.

Afin de préciser le cadre de référence mis en évidence par Gagnon *et al* (1991), une troisième année d'échantillonnage a été réalisée en ajoutant deux nouvelles stations au centre de l'estuaire moyen. Le présent rapport reprend la démarche analytique de Gagnon *et al* (1991) en y intégrant les nouvelles données de 1991.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le suivi ichtyologique en 1989 et 1990 a été réalisé à quatre sites (Figure 1): Montmagny (MMY) et Cacouna (CAC) sur la rive sud, et Saint-Joachim (SJM) et Saint-Joseph-de-la-Rive (SJR), sur la rive nord. En 1991, les deux sites supplémentaires échantillonnés sont ceux de Pointe-aux-Orignaux (PAO) et de Petite-Rivière-Saint-François (PRF). Contrairement au suivi de 1989 et 1990, où trois stations étaient échantillonnées à chacun des sites, seulement une des trois stations de chacun des 4 anciens sites et une station à chacun des 2 nouveaux sites ont été échantillonnées en 1991. Comme en 1989 et 1990, chaque station a été échantillonnée deux fois à environ un mois d'intervalle à la fin de l'été.

Les méthodes de pêche utilisées à chaque site et visite sont identiques à celles utilisées en 1990. À chacun des 28 sites-visites, la pêche a été réalisée à l'aide d'une trappe en filet, d'un filet maillant expérimental et d'une senne de rivage. La trappe en filet utilisée est de type "Alaska" avec une maille étirée de 1,27 cm. Son cadre à l'entrée mesure 1,8 m de largeur par 1,1 m de hauteur et 1,8 m de profondeur. L'entrée donne ensuite sur une série de 6 cerceaux de 75 cm de diamètre dont le premier est muni d'un entonnoir avec un ouverture de 15 cm de diamètre. Le guideau central mesurait 50-75 m par 1 m de hauteur et les ailes, 15-25 m de longueur par 1 m de hauteur selon la largeur de l'estran. La trappe était installée à marée basse dans la partie inférieure du médiolittoral avec son ouverture faisant face à la rive, son guideau orienté perpendicu-lairement à la rive et ses ailes, à un angle de 45-50° par rapport au guideau. Elle était relevée après 24 h.

Le filet maillant expérimental était constitué de 6 panneaux de 7,6 m de longueur par 2,4 m de hauteur avec une maille étirée variant de 2,5 à 10,0 cm. En 1989, il était ancré par ses deux extrémités, perpendiculairement à la rive, dans l'infralittoral (au moins 1 m d'eau à marée basse). En 1990, il était ancré parallèlement à la rive dans le même milieu (1 m d'eau à marée basse). Le

filet maillant était mouillé à marée haute et relevé 24 heures plus tard.

La senne de rivage munie d'une poche mesurait 23 m de long par 1,5 m de haut et avait une maille étirée de 0,6 cm. Cet engin était utilisé dans 0,5 à 1,5 m d'eau dans le médiolittoral supérieur à marée haute ou encore à la limite inférieure des marais, à mi-marée, lorsqu'un marais occupait le haut de l'estran. Chaque trait était réalisé parallèlement à la rive sur une distance de 15 m avant de refermer les deux extrémités de la senne. À chaque station, ce travail était répété tant que de nouvelles espèces n'apparaissaient plus dans les captures. Les nombres totaux capturés ont été ramenés à des abondances par unité de surface couverte par la senne (moyenne de 300 m^2 par trait).

En 1991, l'analyse des captures a été moins détaillée que les années précédentes. Les prises étaient triées par engin, par espèce et par stade de maturité (immatures ou adultes). Chaque lot était ensuite dénombré et pesé (poids total). Tous les poissons étaient examinés pour déceler la présence de parasites, de tumeurs et d'anomalies morphologiques externes. Enfin, la cavité abdominale d'un nombre représentatif d'individus de chaque lot était examinée afin d'y déceler la présence de parasites et de pathologies internes.

Les données utilisées dans le présent rapport sont celles du suivi de 1991 et celles de 1989 et 1990 se rapportant aux stations qui ont été échantillonnées en 1991. Dans les analyses, les poissons immatures et les adultes sont considérés comme deux variables dépendantes distinctes, ce qui fait un total de 52 taxons distincts (Annexe 1). Pour chaque taxon, un indice d'abondance par site-visite a été établi à l'aide de la formule décrite par Gagnon *et al* (1991):

$$\text{Indice d'abondance} = \left[\begin{array}{c}\text{Captures de}\\ \text{la trappe}\\ \text{en filet}\end{array}\right] + \left[\begin{array}{c}\text{Captures de}\\ \text{la seine}\\ \text{par 1000 m}^2\end{array}\right] + 10 \times \left[\begin{array}{c}\text{Captures}\\ \text{du filet}\\ \text{maillant}\end{array}\right]$$

Gagnon *et al* (1991) ont démontré que cette combinaison des captures des engins de pêche a comme propriété de maximiser la similarité entre les stations d'un même site et aurait comme effet de minimiser la variabilité attribuable à des différences géomorphologiques entre les sites d'échantillonnage.

L'analyse multivariée des données a été réalisée selon deux approches. Pour comparer les sites, visites et années en fonction des paramètres physico-chimiques, les données physico-chimiques ont d'abord été centrées et réduites pour ensuite être soumises à une analyse en composantes principales (Legendre et Legendre 1984).

Le centroïde d'abondance de chaque espèce dans l'espace réduit obtenu de l'analyse en composantes principales a été calculé à l'aide de la formule suivante:

$$X_{ir} = \frac{\sum_{j=1}^{28} x_{jr}\, y_{ij}}{\sum_{j=1}^{28} y_{ij}}$$

où X_{ir} est la coordonnée du centroïde d'abondance de l'espèce i le long de l'axe r;
x_{jr} est la coordonnée du site-visite j le long de l'axe r;
et y_{ij} est l'abondance de l'espèce i au site-visite j.

La niche des principales espèces a été déterminée en utilisant les résultats de l'analyse en composantes principales et la méthode de MacNally et Doolan (1986). Selon cette méthode, la niche d'une espèce est caractérisée par sa distance (Y) et son étendue (B). La distance (Y) de la niche d'une espèce correspond à la distance entre le centroide de la distribution de cette espèce dans l'espace définit par les paramètres physiques et l'origine de l'espace réduit; elle est obtenue par la formule:

$$Y_i = \frac{\sum_r (W_r\, x_{ijr})}{\sum_r W_r}$$

où Y_i est la distance de la niche de l'espèce i;
W_r est la quantité de variance expliquée par la $r^{ième}$ composante principale;
et x_{ijr} est la coordonnée du $j^{ième}$ site où l'espèce i est présente sur le $r^{ième}$ axe principal.

L'étendue (B) de la niche d'une espèce correspond à l'écart type des coordonnées dans l'espace réduit des stations où l'espèce est présente. Elle est obtenue par la formule:

$$B^2_i = \frac{\sum_r (W^2_r\, S^2_{ir})}{\sum_r W^2_r}$$

où

$$S^2_{ir} = \frac{\sum_j (x_{ijr})^2 - (\sum_j X_{ijr})^2/n}{n-1}$$

et n est le nombre de sites où l'espèce est présente.

CARACTÉRISTIQUES GÉOMORPHOLOGIQUES DES SITES D'ÉCHANTILLONNAGE

Les quatre stations échantillonnées en 1989, 1990 et 1991 sont situées aux limites amont et aval de l'estuaire moyen (Figure 1) et sont décrites dans Gagnon *et al* (1991). Les deux nouvelles stations de 1991 sont situées dans la section centrale de l'estuaire moyen, près de la limite de pénétration dans l'estuaire des espèces benthiques marines euryhalines.

Petite-Rivière-Saint-François (PRF)

La station PRF est située à 1,1 km en amont du quai de Petite-Rivière-Saint-François. Une étroite plage de sable s'appuyant sur le talus d'une voie ferrée ocupe le supralittoral de cette station. Dans le médiolittoral supérieur, on retrouve des plages de spartine de surface variable. La partie centrale de l'estran est occupée par la slikke dans laquelle affleurent de nombreux blocs glaciels. Comme à SJR, la frange infralittorale est délimitée par un cordon d'accumulation de blocs glaciels.

Pointe-aux-Orignaux (PAO)

La station PAO est située à moins de 1 km en amont de la Pointe-aux-Orignaux et plus de 7 km en aval de l'embouchure de la rivière Ouelle. Le fond de l'anse est occupé par un marais salant. Au niveau de la station, une plage de sable s'appuyant sur le mur de soutènement d'une route occupe le supralittoral. De petites plages de spartine apparaissent ici et là dans le médiolittoral supérieur. Plus bas, une mince couche de vase recouvre l'estran et les affleurements rocheux recouverts de fucales abondent.

VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DES CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES

Le Tableau 2 présente la définition des variables retenues pour caractériser chacun des sites-visites du suivi et le Tableau 3 présente les valeurs obtenues.

Le diagramme T-S pour l'ensemble des données de 1989, 1990 et 1991 est présenté à la Figure 2. Les sites se répartissent le long du gradient amont-aval de salinité. Le refroidissement de l'atmosphère au cours de la période de suivi explique la baisse de la température de l'eau aux stations amont (MMY et SJM) tandis qu'en aval, la baisse observée est aussi attribuable en partie à la pénétration graduelle d'eau plus salée et plus froide en provenance de l'estuaire maritime.

La comparaison des diagrammes T-S obtenus à marée basse et à marée haute montre que l'eau est réchauffée localement au-dessus de l'estran pendant l'été et, cela, particulièrement sur la rive sud (PAO et CAC). Or, l'estran des stations échantillonnées sur la rive nord est plus large que celui des stations de la rive sud (Tableau 3). Il semble donc que la température de l'eau à marée basse dépende plus du réchauffement sur les battures en amont du site échantillonné (estran généralement plus large sur la rive sud) qu'au site même. Ceci expliquerait aussi pourquoi la température au site de MMY est généralement plus élevé à marée haute qu'à marée basse; en effet l'estran est beaucoup plus large en aval qu'en amont de ce site. Aux autres sites, l'eau réchauffée sur les battures est remplacée avec la marée montante par de l'eau ayant les caractéristiques T-S des eaux du large (température moins élevée pour une même salinité).

Le Tableau 3 présente l'écart maximal de salinité (ΔS) observé à chaque site-visite en 1990 et 1991 ainsi que les valeurs théoriques (ES) obtenues à l'aide du modèle de Partenscky et Louchard (1963). Pour les stations de la rive sud, les écarts de salinité mesurés sont similaires aux valeurs théoriques alors que, sur la rive nord, ils sont souvent beaucoup plus faibles. La différence entre les valeurs mesurées et théoriques est attribuable en partie au déphasage entre les courants de marée et l'élévation de surface qui fait que les mesures ponctuelles de salinité réalisées n'ont pas souvent été faites au moment du S max (étale de marée haute) et du S min (étale de marée basse). Cependant, les ΔS étonnement faibles observés aux sites de la rive nord doivent avoir une autre explication qu'il nous est impossible de cerner avec les données disponibles.

La Figure 3 présente la relation entre la transparence de l'eau et la salinité obtenue à marée haute en 1990 et 1991. La transparence de l'eau augmente de l'amont vers l'aval. La station PRF se situait, à la fin de l'été 1991, à la limite aval de la zone de turbidité maximale de l'estuaire telle que définie par d'Anglejan et Smith (1973).

Plusieurs variables utilisées pour caractériser les sites-visites sont fortement corrélées entre elles (Tableau 4). Pour éviter les problèmes associés aux fortes corrélations qui résultent de coïncidences dans les analyses multivariées subséquentes, nous avons procédé à la sélection *a priori* d'un ensemble de variables selon les critères suivants:

- les variables TB et TH, SB et SH, et ΔS et ES sont conservées parce que Gagnon *et al* (1991) ont démontré que la température, la salinité et l'écart tidal de salinité pouvaient expliquer une très grande proportion de la variabilité des communautés ichtyennes. Seulement une variable de chaque couple pourra être utilisée dans les analyses multivariées.

- parmi les autres variables, seules celles qui ne sont pas corrélées significativement ($P > 0,01$) aux 6 variables énumérées ci-dessus sont conservées. Ce sont: JOUR, AM, LE et DE.

CENTROÏDE D'ABONDANCE ET NICHE DES POISSONS

La Figure 4 présente les résultats de l'analyse en composantes principales basée sur les caractéristiques physico-chimiques des sites-visites. Pour cette analyse, les seules variables retenues sont log (TB+1), SB et ES. Le premier axe de variabilité correspond au gradient amont-aval de salinité. Le deuxième ordonne les visites à un même site selon la température de l'eau (et approximativement selon la date d'échantillonnage) et le troisième axe, selon l'importance de l'écart tidal de salinité (pour un même site, selon l'amplitude des marées).

Le centroïde d'abondance des 33 principaux taxons a été calculé en utilisant les résultats de l'analyse en composantes principales (Figure 5). L'ordination obtenue le long du premier axe permet de distinguer un premier groupe composé de plusieurs taxons dulcicoles, un deuxième

groupe composé d'espèces marines côtières et, enfin, une série de taxons estuariens dont le centre d'abondance est située à une distance variable du centre physico-chimique de l'estuaire moyen. Selon cette ordination, la plie lisse (adultes), le poulamon (adultes) et l'épinoche à neuf épines sont les taxons estuariens typiques de la zone intertidale de l'estuaire moyen à la fin de l'été.

Le deuxième axe de variabilité suggère trois groupes de taxons. Un premier groupe présent dans la zone intertidale de l'estuaire uniquement en été (malachigan (immatures), hareng (adultes) et épinoche à trois épines (adultes)), un deuxième groupe présent surtout en automne (esturgeon noir (immatures), alose à gésier (immatures), carpe allemande (immatures) et limace atlantique) et, enfin, l'ensemble des autres taxons qui sont présents et/ou abondants pendant toute la période du suivi.

La position du centroïde des taxons le long du troisième axe de variabilité (ES) reflète la structure physique de l'estuaire; i.e. les écarts tidaux de salinité moyens sont plus importants au centre de l'estuaire qu'aux deux extrémités. Certains taxons (plie rouge (adultes) et chaboisseau bronzé (adultes)) étaient plus abondants dans la zone intertidale pendant les marées de vive-eau alors que pour d'autres (immatures de poulamon, de grand corégone et d'alose savoureuse), c'est l'inverse qui a été observé.

La distance et l'étendue de la niche des espèces ont été calculées à partir de la présence/absence des taxons aux différents sites-visites ordonnés dans la Figure 4. La relation obtenue est présentée à la Figure 6. L'étendue de la niche est inversement proportionnelle à sa distance par rapport au centre de l'estuaire. Cette relation était prévisible puisque, par définition, les espèces dont la niche est éloignée du centre de l'estuaire (dulcicoles et marines côtières) pénètrent peu dans l'estuaire (niche peu étendue). D'autre part, la relation obtenue indique qu'il n'y a pas d'espèces estuariennes spécialisées (petites distance et étendue). Selon cette approche, les espèces estuariennes types sont le poulamon (adultes et immatures), l'éperlan (adultes et immatures) et le grand corégone (immatures). Cette ordination diffère de celle obtenue à la Figure 5 parce que le calcul de la niche ne tient pas compte de l'abondance des taxons mais seulement de leur présence-absence.

VARIABILITÉ SPATIO-TEMPORELLE DE LA STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS

Les indices d'abondance (non transformés) des 52 taxons aux 28 sites-visites (Annexe 2) ont été utilisés pour réaliser un cadrage multidimensionnel. L'ordination des sites-visites selon la composition spécifique des captures est présentée à la Figure 7. Les trois premières dimensions expliquent 97 % de la variabilité observée.

Première dimension

La 1re dimension du cadrage ordonne les sites selon un gradient amont-aval. De plus, elle explique une partie de la variabilité temporelle à court-terme (entre les visites à un même site). Cette dimension est fortement corrélée à la salinité de l'eau, particulièrement celle mesurée à marée haute (Tableau 5). La corrélation avec la température, particulièrement à marée haute, est attribuable à la forte corrélation entre cette variable et la salinité.

Cette dimension met en opposition, d'une part, les espèces dulcicoles et les immatures d'alose savoureuse et de grand corégone et, d'autre part, des taxons marins-côtiers, plies lisses immatures et les éperlans adultes (Tableau 6). De l'amont vers l'aval, l'abondance totale de poissons, le nombre d'espèces, la richesse spécifique ainsi que le pourcentage de planctivores diminuent alors que le pourcentage de piscivores augmente (Tableau 7). La Figure 8 montre cependant que ces relations ne tiennent que sur le plan spatial; les paramètres de communauté varient

indépendamment de la 1re dimension sur le plan temporel.

La variabilité temporelle à court terme dans la 1re dimension est en grande partie attribuable à la migration du poulamon, de l'éperlan et de la plie lisse vers l'aval pendant la période du suivi. En effet, la Figure 9 montre que, entre la 1re et la 2e visite à chaque site, l'abondance de ces trois taxons augmente aux sites amont et diminue aux sites aval. Cette migration a pour effet de déplacer la structure de la communauté de chaque site vers l'aval. Les résultats présentés à la Figure 9 suggèrent aussi que l'abondance des trois taxons était considérablement plus faible en 1991 qu'en 1989 et 1990. En effet, pour une date similaire d'échantillonnage, les visites de 1991 se positionnent généralement sous celles de 1989 et 1990. Cette différence ne peut donc pas être attribuable à un retard dans la migration ni à une migration plus hâtive. Le phénomène explique pourquoi les sites convergent dans la 1ère dimension avec les années (Figure 7b). En effet, en raison de la grande abondance des trois espèces estuariennes en 1989, la structure de la communauté à chacun des sites a plus un caractère estuarien qu'en 1991 d'où une similarité plus grande entre les sites en 1989 qu'en 1991.

Deuxième dimension

La 2e dimension du cadrage explique une partie de la variabilité temporelle à court terme et ordonne les sites selon un patron différent de celui obtenu dans la 1re dimension. Cette dimension est corrélée positivement à l'écart tidal de salinité et à la largeur de l'estran et négativement à la température de l'eau. La corrélation positive avec la salinité et la largeur de l'estran résulte de la forte corrélation entre ces variables et la température. En effet, la Figure 10 présente la relation étroite qui existe entre la 2e dimension et une combinaison linéaire de Log (TB+1) et ES. Dans cette dimension, l'ordination spatiale et l'ordination temporelle seraient attribuables aux mêmes facteurs soit la température et l'écart tidal de salinité.

Cette dimension met en opposition plusieurs espèces dulcicoles et quelques taxons estuariens (Tableau 6). La 2e dimension est aussi corrélée négativement au nombre total de poissons et au nombre d'espèces. La Figure 11 montre qu'en excluant le poulamon, l'éperlan et la plie lisse dont les fluctuations sont en grande partie expliquées par la 1re dimension, l'abondance de poissons diminue de façon logarithmique dans la 2e dimension, i.e. avec une diminution de la température et/ou une augmentation de l'écart tidal de salinité.

Troisième dimension

La 3e dimension du cadrage (Figure 7b) ordonne les sites-visites selon l'année de leur échantillonnage. Cette dimension est corrélée avec l'année (non testé) et avec le degré d'exposition des côtes. La variable DE ne peut expliquer la variabilité annuelle puisqu'il s'agit d'un paramètre invariable sur le plan temporel. Il semble que la corrélation avec le degré d'exposition des côtes ne serait attribuable qu'au fait que la variabilité annuelle est plus importante aux stations aval qui sont, par coïncidence, caractérisées par des côtes moins abritées.

La variabilité temporelle à court terme (entre les visites d'une même année) dans la 3e dimension est faible et semble avoir un caractère aléatoire. Elle pourrait être attribuable à des fluctuations de l'efficacité des engins de pêche (mauvais fonctionnement à certains sites-visites dont C2 et D2).

La variabilité annuelle pourrait aussi provenir de différences dans les méthodes de pêche. En effet, en 1989, l'échantillonnage a été réalisé par une équipe différente de celle de 1990 et 1991 et avec des engins pas tout à fait similaires. Cependant, le décalage de l'année 1991 par rapport à 1990 ne peut pas être attribué à ce facteur. L'Annexe 2 montre que, de 1989 à 1991, l'abondance totale de poissons aux quatre sites échantillonnés les trois années du suivi a diminué de 36 % et que cette baisse est presqu'entièrement

attribuable à une forte diminution de l'indice d'abondance des immatures du poulamon. Cette baisse pourrait être attribuable au fait qu'en 1991 le suivi a été réalisé plus tôt qu'en 1989 et avant que le poulamon en migration n'ait atteint les sites de MMY et SJM. Cependant, la Figure 12 montre que, même lorsqu'on tient compte de ce décalage, on ne peut conclure qu'à une baisse significative de l'abondance du poulamon de 1989 à 1991. En raison des dates relativement hâtives du suivi en 1991, cette baisse s'est donc surtout faite sentir dans la partie aval de l'estuaire. La baisse de l'abondance de ce taxon concorde avec la corrélation positive obtenue entre la 3e dimension et la régularité (Tableau 7). En effet, la dominance du poulamon diminue de 1989 à 1991 et, conséquemment, la régularité et la diversité spécifique augmentent. Terminons cette section en précisant que la baisse de l'abondance du poulamon de 1989 à 1991 n'est corrélée à aucune des variables utilisées pour caractériser les sites.

PATHOLOGIE ET PARASITISME

Une attention particulière a été portée à la présence de pathologies et de parasites sur les poissons capturés en 1991. Le Tableau 8 présente la fréquence d'occurrence de différents types de pathologies chez les poissons adultes capturés en 1991. Des tumeurs, déformations de la colonne vertébrale, ulcères et excroissances ont été observés sur moins de 1 % des individus examinés. Par contre, un pourcentage relativement élevé des individus étaient parasités et un pourcentage très élevé avaient les yeux opaques.

Opacité des yeux

Le Tableau 9 montre que la fréquence d'occurrence d'yeux opaques est très importante chez les espèces dulcicoles, beaucoup moins chez les poissons estuariens et relativement basse chez les espèces marines côtières. De plus, la fréquence d'occurrence chez les espèces estuariennes diminue considérablement de l'amont vers l'aval (Figure 13). Enfin, pour toutes les espèces et tous les sites d'échantillonnage, la fréquence d'occurrence augmente considérablement au cours de la période de suivi. Ces résultats indiquent que cette pathologie se développe à la fin de l'été et progresse de l'amont vers l'aval. Cette dernière hypothèse est confirmée par le fait que, lors de la deuxième tournée de 1991, la pathologie étaient généralement plus avancée (poissons totalement aveugles) que lors de la première tournée (yeux voilés).

Comme discuté ci-dessus, la fréquence d'occurrence d'yeux opaques chez les adultes des poissons estuariens est corrélée négativement avec la 1re dimension du cadrage multidimensionnel (Tableau 7) i.e. avec la salinité. Elle est aussi corrélée positivement à la 3e dimension. Cependant, il faut préciser que cette corrélation ne tient que pour la variabilité spatiale et la variabilité intra-annuelle (et non pas annuelle) puisque seules les données de 1991 ont pu être utilisées.

Parasitisme

Les espèces de poisson les plus parasitées sont les poissons estuariens suivi de près par les poissons dulcicoles (Tableau 9); les espèces marines côtières sont peu parasitées. Comme c'est le cas pour la fréquence d'yeux opaques, la fréquence d'individus parasités augmente considérablement entre la première et la deuxième tournée (Figure 13). Les taux les plus élevés de parasitisme ont été obtenus au centre de l'estuaire moyen (PAO, PRF).

Comme prévu le taux de parasitisme n'est pas corrélé à la 1re dimension puisqu'il est maximal dans le centre de l'estuaire. De plus, il n'est pas corrélé à la 2e dimension qui est reliée à l'écart tidal de salinité et à la température de l'eau, mais plutôt à la date d'échantillonnage. Tel que discuté plus haut, l'absence de corrélation avec la 3e dimension ne permet pas de conclure

que cette variable n'est pas corrélée à la variabilité annuelle.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les résultats présentés à la Figure 7 démontrent que la structure de la communauté ichtyenne intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent présente un patron de variabilité spatio-temporelle bien défini. L'ordination obtenue du cadrage multidimensionnel est d'une précision relativement grande compte tenu du fait que chaque site-visite n'a été caractérisé que par un seul échantillon ponctuel dans le temps et dans l'espace. Un tel résultat permet de croire qu'un changement significatif dans la structure de la communauté pourra être reconnu en employant l'approche utilisée dans la présente étude. Cependant, pour traduire les éventuels changements observés dans la structure en termes d'amélioration ou de détérioration de l'état de l'écosystème du Saint-Laurent, la signification des axes de variabilité mis en évidence dans cette étude doit être connue. Nous présentons ci-dessous l'interprétation que nous suggèrent les résultats présentés.

Selon nous, le plan formé par les 1re et 2e dimensions (Figure 7a) contient la variabilité temporelle intra-annuelle et la variabilité spatiale de la structure de la communauté ichtyenne. Sur le plan spatial, la 1re dimension ordonne les sites selon un gradient amont-aval fortement corrélé à la salinité mais différent du gradient amont-aval de salinité. Par exemple, les sites MMY et SJM sont passablement dissimilaires du point de vue ichtyologique malgré une forte ressemblance physico-chimique. Cette différence est attribuable au fait que ces deux sites se situent de part et d'autre d'une forte discontinuité dans la distribution de plusieurs espèces.

L'ordination spatiale dans la 2e dimension correspond au gradient de stress environnemental de Gagnon *et al* (1991). Le niveau de stress est maximal là où la température moyenne de l'eau est la moins élevée et, surtout, là où les écarts tidaux de salinité moyens sont les plus élevés.

Sur le plan temporel, les résultats suggèrent que la variabilité intra-annuelle observée dans la zone intertidale est la résultante de deux composantes de variabilité indépendantes. La première composante, dans la 1re dimension, serait attribuable aux variations de la structure de la communauté ichtyenne de l'estuaire au large des côtes. La pénétration d'eau plus salée et plus froide dans l'estuaire moyen et, surtout, les migrations de certaines espèces (dont le poulamon) vers l'amont à la fin de l'été auraient comme effet de "déplacer" la structure de la communauté vers l'aval. La deuxième composante de la variabilité temporelle intra-annuelle (dans la 2e dimension) serait attribuable à des variations du niveau de stress environnemental dans la zone intertidale. Le niveau de stress y augmenterait au cours de la période de suivi avec le refroidissement de l'eau et au cours des marées de vive-eau (parce que l'écart tidal de salinité augmente). Le niveau de stress dans la zone intertidale déterminerait dans quelle mesure les poissons présents au large pénètrent dans la zone intertidale avec la marée montante.

Le plan formé par les 1re et 3e dimensions représenterait donc la structure de la communauté ichtyenne de l'estuaire au large. Pour une année donnée, une seule dimension (la 1re) explique presque toute la variabilité. Les poissons au large seraient beaucoup moins soumis au stress environnemental puisqu'ils se déplacent avec les masses d'eau et sont moins affectés par les conditions atmosphériques.

La variabilité annuelle (3e dimension) observée entre 1990 et 1991 ne peut pas être attribuée à des changements dans les méthodes d'échantillonnage ni à des modifications des conditions physico-chimiques et de l'habitat aux sites d'échantillonnage et au moment de l'échantillonnage.

On peut donc conclure que la 3e dimension est corrélée à l'état global du milieu où a évolué la communauté ichtyenne au cours de l'année

(incluant les habitats de fraye, d'alevinage, d'alimentation et d'hivernage dans et à l'extérieur de l'estuaire moyen) et qu'une modification de l'état de l'écosystème de l'estuaire du Saint-Laurent, tel que défini ci-dessus se répercutera dans cette dimension. Cependant, les résultats obtenus de 1989 à 1991 ne permettent pas de déterminer la modification de l'état de l'écosystème observée de 1989 à 1991 correspond à une détérioration ou à une amélioration. De telles conclusions ne pourront être faites qu'après un suivi réalisé sur une période beaucoup plus longue.

Les données présentées à l'Annexe 2 et leur ordination dans un espace réduit par cadrage multidimensionnel produisent un cadre de référence assez rigide pour réaliser avec succès le suivi à long terme de l'état de l'écosystème du Saint-Laurent. Ce cadrage pourra être utile en autant que les méthodes de pêche utilisées pour le suivi sont identiques à celles ayant produit le cadre de référence. En effet, une différence dans les méthodes de pêche introduira un bruit important dans la 3e dimension et masquera le signal qu'on désire mesurer.

Le suivi devra être réalisé à la fin de l'été, de la mi-août à la mi-septembre, afin de ne pas sortir du cadre établi. La réalisation de deux visites à un mois d'intervalle n'est cependant pas nécessaire. L'effort devra plutôt être consacré à obtenir l'échantillon le plus représentatif possible de la structure au moment de la seule visite annuelle en pêchant pendant deux ou trois jours consécutifs au même site.

Le choix du site d'échantillonnage est moins critique parce que, selon nous, la variabilité spatiale ne s'exprime pas dans la 3e dimension. Cependant, afin d'éviter d'introduire un axe de variabilité spatiale corrélé au signal qu'on désire mesurer (par exemple en échantillonnant un site pollué localement), nous recommandons que le suivi soit réalisé aux quatre sites échantillonnés de 1989 à 1991. L'échantillonnage devrait être réalisé à intervalles de deux ou trois ans. Enfin, l'analyse des captures devra porter une attention particulière au problème des yeux opaques et au parasitisme. Ces deux variables sont probablement corrélées à la 3e dimension et permettront probablement d'interpréter adéquatement la variabilité observée dans cette dimension.

RÉFÉRENCES

Gagnon, M., Y. Ménard et Y. Lavergne. 1991. Suivi environnemental de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, 1989-1990: Variabilité spatio-temporelle de la structure des communautés et des populations ichtyennes. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1808 F: vii + 41 p.

Massicotte, B., G. Verrault et L. Désilets. 1990. Structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent et possibilité d'utilisation pour un suivi environnemental. Rap. Tech. can. sci. halieut. aquat. 1752: vii + 27 p.

Bousfield, E.L. 1953. Studies on the shore fauna of the St.Lawrence Estuary and Gaspe Coast. Bull. Nat. Mus. Can., 136: 95-101.

Partenscky, H.-W. et L. Louchard. 1967. Étude sur la variation cyclique de la salinité moyenne de l'estuaire du Saint-Laurent. École Polytechnique, Div. Hydrogr. Rap. CNRC, 25 p.

D'Anglejan, B.F., et E.C. Smith. 1973. Distribution, transport and composition of suspended matter in the St.Lawrence Estuary. Can. J. Earth. Sci. 10: 1380-1394.

Legendre, L. et P. Legendre. 1984. Écologie numérique, Tomes I et II. Les Presses de l'Université du Québec, Coll. Ecol. 12 et 13: 197 et 247 p.

Sokal, R.R. et F.J. Rohlf. 1969. Biometry. W.H. Freeman and Co. San Francisco, 77 p.

McNally, R.C. et J.M. Doolan. 1986. An empirical approach to guild structure: habitat relationship in nine species of eastern-Australian cicadas-Oikos, 47: 33-46.

Tableau 1. Méthode de calcul des paramètres de communauté (où y_{ij} est l'indice d'abondance du taxon i à la station-visite j et t_j est le nombre de taxons capturés au site-visite j).

Abondance totale (N):	$N_j = \sum_{i=1}^{t_j} y_{ij}$
Nombre d'espèces (S):	$S_j = t_j$
Richesse spécifique (RS):	$RS_j = \frac{(S_j - 1)}{\log_e N_j}$
Diversité (D)	$D_j = \sum_{i=1}^{s_j} \left(\frac{y_{ij}}{N_j}\right) \log_{10} \left(\frac{y_{ij}}{N_j}\right)$
Régularité (R)	$R_j = \frac{D_j}{\log_{10} S_j}$
Pourcentage de planctivores (%PL), omnivores (%OM), benthivores (%BE) et piscivores (%PI)	$= \frac{\sum_{i=1}^{t_k} y_{ij}}{N_j}$
	où t_k est le nombre de taxons classés dans le niveau trophique k (planctivore, omnivore, benthivore ou piscivore)

Tableau 2. Définition des variables caractérisant chaque site et visite.

CODE	PARAMÈTRE	MÉTHODE DE CALCUL
JOUR	Date d'échantillonnage	Nombre de jours après le 31 juillet
TB	Température de l'eau à marée basse	Mesure ponctuelle près de la surface (1989) ou moyenne de deux valeurs ponctuelles à 24 h d'intervalle (1990 et 1991)
TH	Température de l'eau à marée haute	Idem TB
SB	Salinité à marée basse	Idem TB
SH	Salinité à marée haute	Idem TB
ΔS	Écart tidal de salinité mesuré	Différence entre SH et SB
ES	Écart tidal de salinité théorique	Voir Gagnon *et al* (1991)
TR	Transparence de l'eau	Mesure ponctuelle de la profondeur de Secchi à marée haute
AM	Amplitude de la marée (m)	Obtenu des Tables de Marées
IM	Importance des marées	AM divisé par l'amplitude annuelle moyenne des marées au site
VEN	Force du vent	Valeur de 0 (calme) à 3 (vents >20 km/h)
SOL	Degré d'ensoleillement	Valeur de 0 (complètement couvert) à 3 (complètement dégagé)
PRE	Importance des précipitations	Valeur de 0 (aucune précipitation) à 3 (précipitations importantes)
LE	Largeur de l'estran (m)	Mesuré sur des cartes marines
MAR	Importance des marais salants	Valeur de 0 (absents dans un rayon de 5 km) à 3 (marais salant bien développé dans le supralittoral du site)
DE	Degré d'exposition des côtes	Voir Gagnon *et al* 1991
AR	Importance des affleurements rocheux	Valeur de 0 (absents) à 5 (très abondants)
ED	Importance des apports locaux d'eau	Valeur de 0 (nuls) à 50 (ruisseau important au niveau de la station)
ST	Type de substrat dans le médiolittoral	Valeur de 1 (roche en place) à 10 (slikke)

Tableau 3. Caractéristiques physico-chimiques et géomorphologiques des sites à chacune des visites (voir le Tableau 2 pour la signification des symboles).

SITE-VISITE		ANNÉE	JOUR	TB	TH	SB	SH	ΔS	ES	TR	AM	IM	VEN	SOL	PRE	LE	MAR	DE	AR	ED	ST
MMY	A1	89	42	20,0	-	0,1	-	-	0,4	-	4,7	0,95	1	0	0						
	A2	89	71	8,0	-	0,1	-	-	0,4	-	4,8	0,97	1	2	0						
	A3	90	18	22,5	-	0,1	0,1	-	0,4	0,9	5,0	1,01	1	2	0	750	2,0	7,0	3	10	10
	A4	90	46	16,0	19,0	0,1	0,1	0,0	0,4	0,6	4,9	0,99	2	1	1						
	A5	91	21	17,0	22,0	0,2	0,1	-0,1	0,3	0,3	4,2	0,85	2	2	0						
	A6	91	48	19,5	19,5	0,2	0,2	0,0	0,3	0,6	3,9	0,79	2	0	0						
SJM	B1	89	30	19,0	-	1,0	-	-	2,5	-	5,3	1,05	1	0	0						
	B2	89	56	16,0	-	1,0	-	-	2,2	-	4,8	0,95	1	2	0						
	B3	90	31	22,5	24,0	0,2	1,0	0,8	2,0	0,4	4,3	0,85	2	2	0	300	3,0	3,7	0	50	10
	B4	90	59	14,0	14,0	0,4	0,4	0,0	2,0	0,8	4,3	0,85	2	0	1						
	B5	91	9	24,0	22,0	0,3	0,8	0,5	2,5	0,3	5,4	1,07	1	2	0						
	B6	91	37	17,0	19,0	0,9	2,5	1,6	2,4	0,3	5,2	1,03	1	2	0						
SJR	C1	89	35	12,5	-	15,1	-	-	5,2	-	4,7	0,96	1	2	0						
	C2	89	61	8,0	-	19,0	-	-	5,3	-	4,8	0,98	0	0	0						
	C3	90	27	21,0	14,0	15,8	16,2	0,2	4,0	1,5	3,6	0,73	1	2	0	900	1,0	6,2	5	25	7
	C4	90	56	9,0	8,0	18,2	19,9	1,7	4,3	1,7	3,9	0,79	1	1	0						
	C5	91	13	13,5	12,0	16,0	19,1	3,1	6,8	1,2	6,1	1,24	0	2	0						
	C6	91	42	10,0	9,0	20,1	20,7	0,6	6,2	1,2	5,6	1,14	0	0	1						
CAC	D1	89	38	13,0	-	24,0	-	-	0,9	-	2,1	0,62	1	2	0						
	D2	89	64	7,0	-	25,0	-	-	1,2	-	2,9	0,85	1	0	0						
	D3	90	21	17,0	11,5	24,1	24,4	0,7	1,7	1,9	4,1	1,20	1	2	0	725	0,5	9,4	3	3	5
	D4	90	49	8,0	6,0	27,7	30,1	2,4	1,7	1,9	4,0	1,18	1	0	2						
	D5	91	15	15,0	10,0	25,5	25,6	0,1	1,4	2,0	3,4	1,00	1	1	0						
	D6	91	44	10,0	6,0	25,9	26,5	0,6	1,4	2,5	3,3	0,97	1	0	0						
PRF	E5	91	11	14,5	14,5	10,0	13,0	3,0	6,2	1,0	5,2	1,11	1	0	2	820	1,0	13,0	5	10	7
	E6	91	40	14,0	12,0	14,0	15,5	1,5	6,2	1,0	5,2	1,11	1	2	0						
PAO	F5	91	18	21,0	14,0	17,5	19,0	1,5	2,8	1,3	2,9	0,68	1	1	0	500	1,0	13,1	3	3	7
	F6	91	46	11,0	10,0	22,2	21,5	-0,7	3,1	1,7	3,2	0,75	0	1	1						

Tableau 4. Matrice de corrélation (tau de Kendall x 10^3) entre les variables utilisées pour caractériser les sites-visites (voir le Tableau 2 pour la signification des symboles).

	JOUR	TB	TH	SB	SH	ΔS	ES	TR	AM	IM	VEN	SOL	PRE	LE	MAR	DE	AR	ED
JOUR																		
TB	-340																	
TH	-251	681 *																
SB	59	-449 *	-749 *															
SH	53	-430 *	-716 *	950 *														
ΔS	-174	-169	-169	180	246													
ES	-144	-164	-188	133	156	462 *												
TR	127	-444 *	-736 *	774 *	765 *	85	0											
AM	-143	-30	211	-234	-215	254	333	-347 *										
IM	-167	-235	-163	180	191	375 *	188	67	578 *									
VEN	189	344 *	505 *	-555 *	-561 *	-345 *	-592 *	-370 *	-61	-306								
SOL	-382 *	450 *	343 *	-241	-212	36	101	-274	186	57	-18							
PRE	299	-402 *	-192	83	58	17	93	76	126	176	-85	-596 *						
LE	0	-300	-262	140	133	160	193	225	172	121	-243	-68	27					
MAR	26	387 *	656 *	-743 *	-722 *	-105	26	-827 *	374 *	-98	416 *	233	-73	-222				
DE	-76	-223	-287	317	297	19	39	393 *	-376 *	-19	-243	-219	168	0	-584 *			
AR	109	-349 *	-356 *	173	166	277	424 *	271	36	109	-443 *	-86	81	878 *	-332	262		
ED	0	221	402 *	-453 *	-432 *	87	162	535 *	489 *	7	170	262	-112	99	745 *	-838 *	-97	
ST	57	418 *	735 *	-831 *	-828 *	-239	-145	-844 *	267	-223	-494 *	205	-60	-244	910 *	-458 *	-365 *	626*

* Corrélation significative ($P < 0,01$).

Tableau 5. Corrélation entre les dimensions de l'espace réduit et les variables utilisés pour caractériser les sites-visites (voir le Tableau 2 pour la signification des symboles).

VARIABLE	DIMENSION		
	D1	D2	D3
JOUR	-0,006	0,030	0,266
TB	-0,404 *	-0,513 *	-0,078
TH	-0,689 *	-0,513 *	-0,012
SB	0,802 *	0,356 *	-0,107
SH	0,818 *	0,349 *	-0,089
ΔS	0,220	0,305	+0,030
ES	0,191	0,565 *	+0,090
AM	0,078	-0,012	+0,078
LE	0,113	0,544 *	0,095
DE	0,314	0,228	-0,411 *

* Corrélation (Tau de Kendall) significative ($P < 0,01$).

Tableau 6. Liste des taxons corrélés significativement (tau de Kendall; $P < 0,01$) avec les dimensions du cadrage multidimensionnel. Les taxons sont listés par ordre décroissant de corrélation (voir l'Annexe 1 pour la signification des symboles).

Espèces corrélées positivement

	DIMENSION	
D1	D2	D3
OSMOa	PSAMa	
GAACi	MYAEa	
LIPUi	MITOa	
	PSAMi	
	GAACi	

Espèces corrélées négativement

	DIMENSION	
D1	D2	D3
CACAa	ALSAi	GAWHi
STCAa	STCAi	ALPSi
MOAMi	STCAa	OSMOi
CACAi	CAEAa	
STCAi	MOAMi	
ALSAi	CACAi	
ACOXi	DOCEi	
FUDIi	ACOXi	
STVIa	CACOa	
CYCAi	CYCAi	
FUDIa		
COCLa		
MOAMa		
DOCEi		
CACOa		
CACOi		

Tableau 7. Corrélation entre les dimensions du cadrage multidimensionnel et les paramètres de communauté.

PARAMÈTRE DE COMMUNAUTÉ	DIMENSION D1		D2		D3	
Abondance totale (N)	-0,637	*	-0,559	*	0,041	
Nombre de taxons (S)	-0,609	*	-0,324		-0,036	
Richesse spécifique (RS)	-0,462	*	-0,159		-0,053	
Diversité spécifique (D)	-0,322		-0,135		-0,371	*
Régularité (R)	-0,076		-0,053		-0,359	*
% planctivores	-0,400	*	-0,672	*	-0,126	
% benthivores	-0,310		-0,100		-0,300	
% piscivores	0,427	*	0,029		-0,135	
% omnivores	0,064		0,382		-0,382	*
% des individus avec yeux opaques (espèces estuariennes)[1]	-0,479	*	0,197		0,366	*
% des individus avec parasites internes (espèces estuariennes)[1]	-0,222		0,056		0,000	

* Corrélation (tau de Kendall) significative ($P < 0,01$)

[1] Voir la section "Pathologie et parasitisme" pour l'explication des symboles.

Tableau 8. Fréquence des anomalies, tumeurs et parasitisme chez les poissons adultes capturés dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent en 1991.

TYPE D'ANOMALIE	% des individus
- Déformation de la colonne vertébrale	0,42
- Excroissance de chair	0,32
- Ulcère de la peau	0,32
- Tumeur	0,11
- Yeux opaques	36,53
- Sangsues	2,42
- Crustacés dans les branchies	4,11
- Nématodes dans cavité abdominale	3,77
- Cestodes dans la cavité abdominale	19,71

Tableau 9. Fréquence d'occurrence d'yeux opaques et de parasites dans la cavité abdominale chez les poissons adultes capturés dans l'estuaire moyen en 1991 (voir l'Annexe 1 pour la signification des symboles).

	% DES INDIVIDUS AVEC	
ESPÈCE	YEUX OPAQUES	PARASITES INTERNES
CACA	90,1	24,7
STCA	64,7	13,7
STVI	66,6	0,0
COCL	80,0	0,0
MITO	29,5	23,8
LIPU	28,2	14,7
OSMO	10,3	35,5
PSAM	5,0	2,5
GAAC	0,0	0,0
MYAE	0,0	0,0

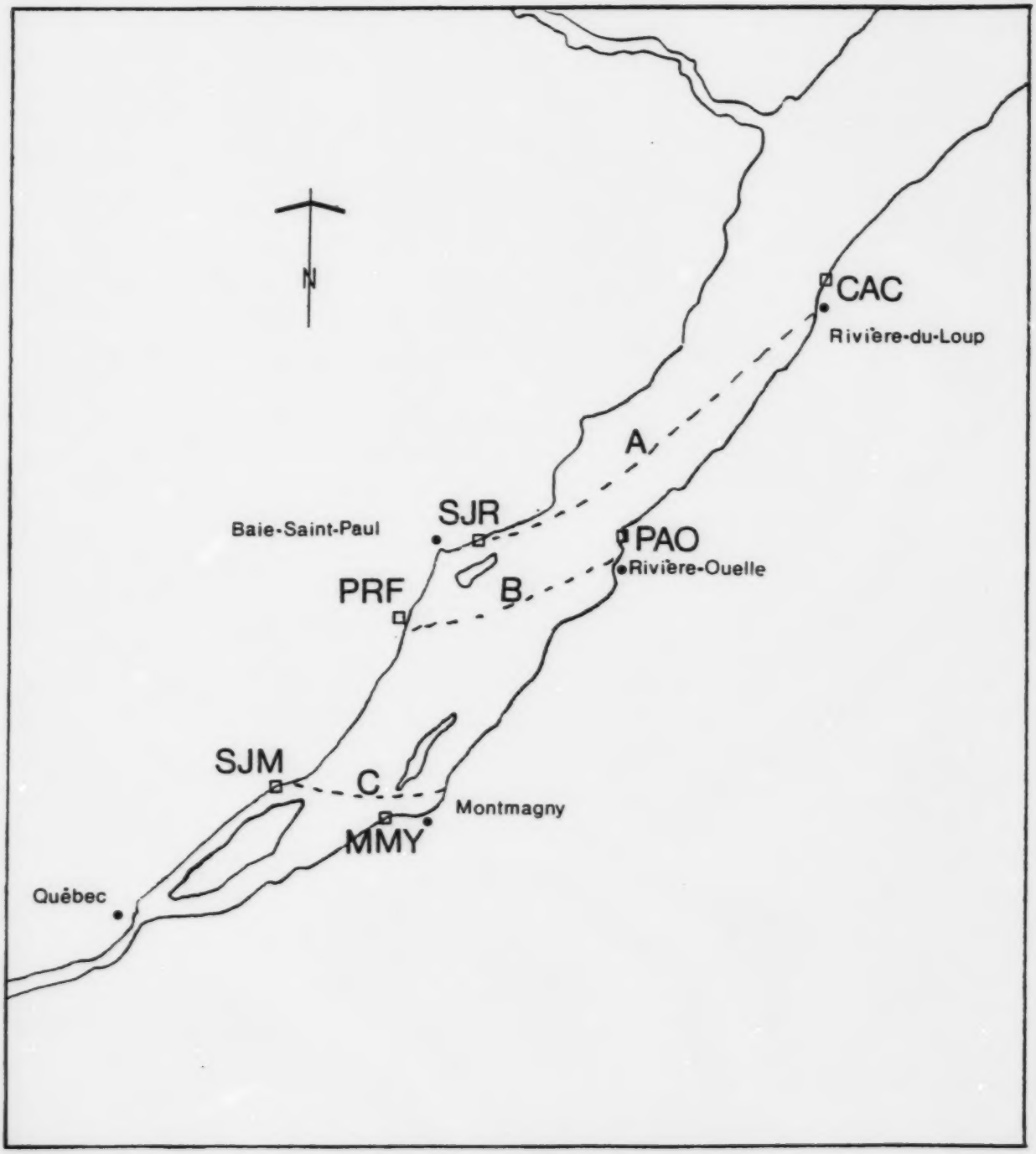

Fig. 1. Localisation des stations d'échantillonnage dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent et limites de pénétration dans l'estuaire des espèces benthiques A) marines sténohalines, B) marines euryhalines et C) dulcicoles selon Bousfield (1953).

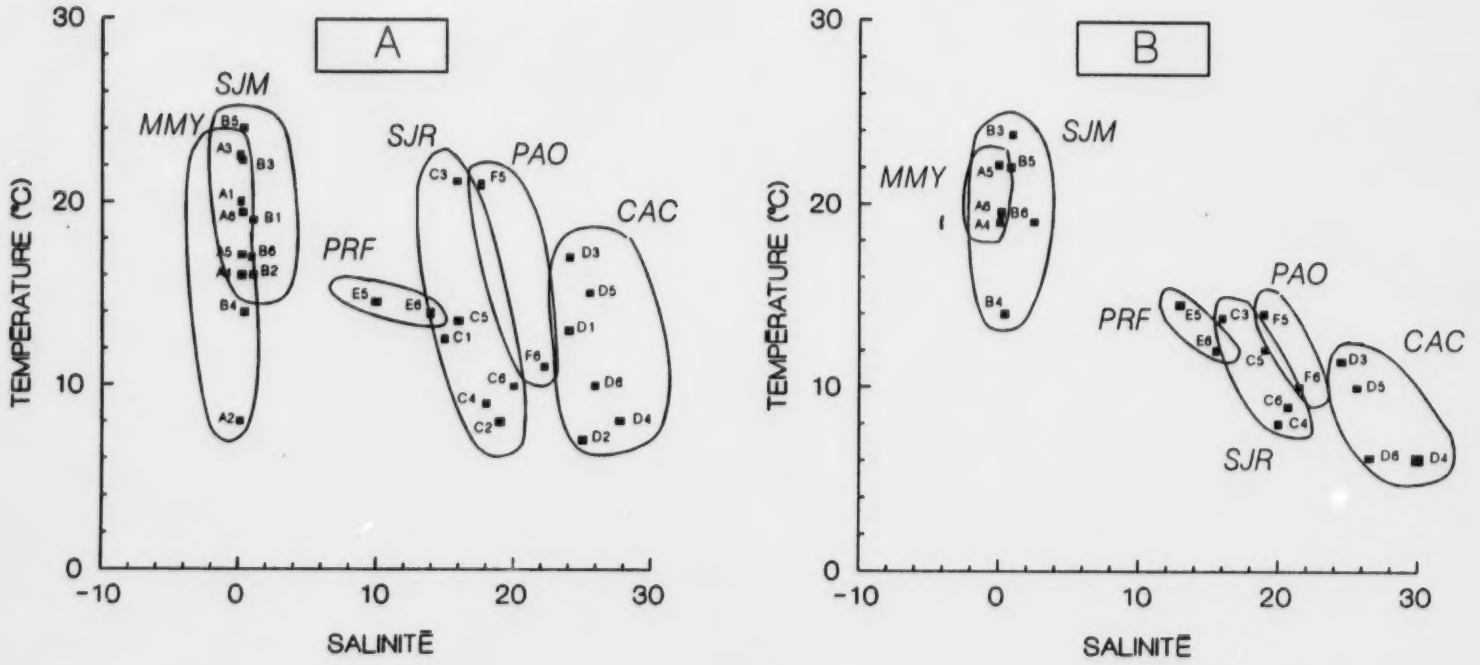

Fig. 2. Diagramme T-S de la zone intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent à la fin de l'été A) à marée basse et B) à marée haute (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

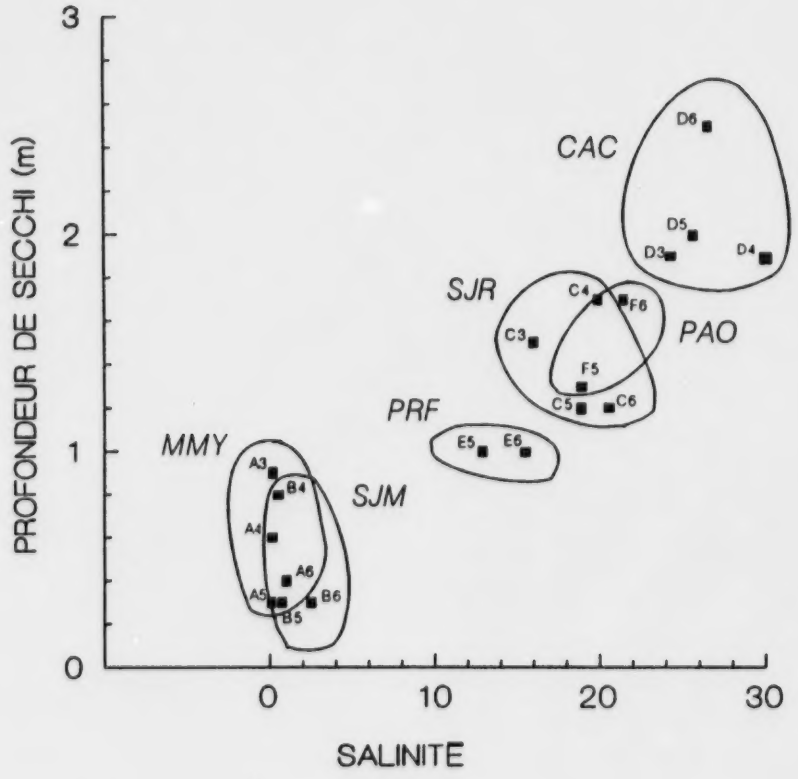

Fig. 3. Évolution de la transparence de l'eau à marée haute dans la zone intertidale de l'estuaire moyen du Saint-Laurent en fonction de la salinité à la fin de l'été (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

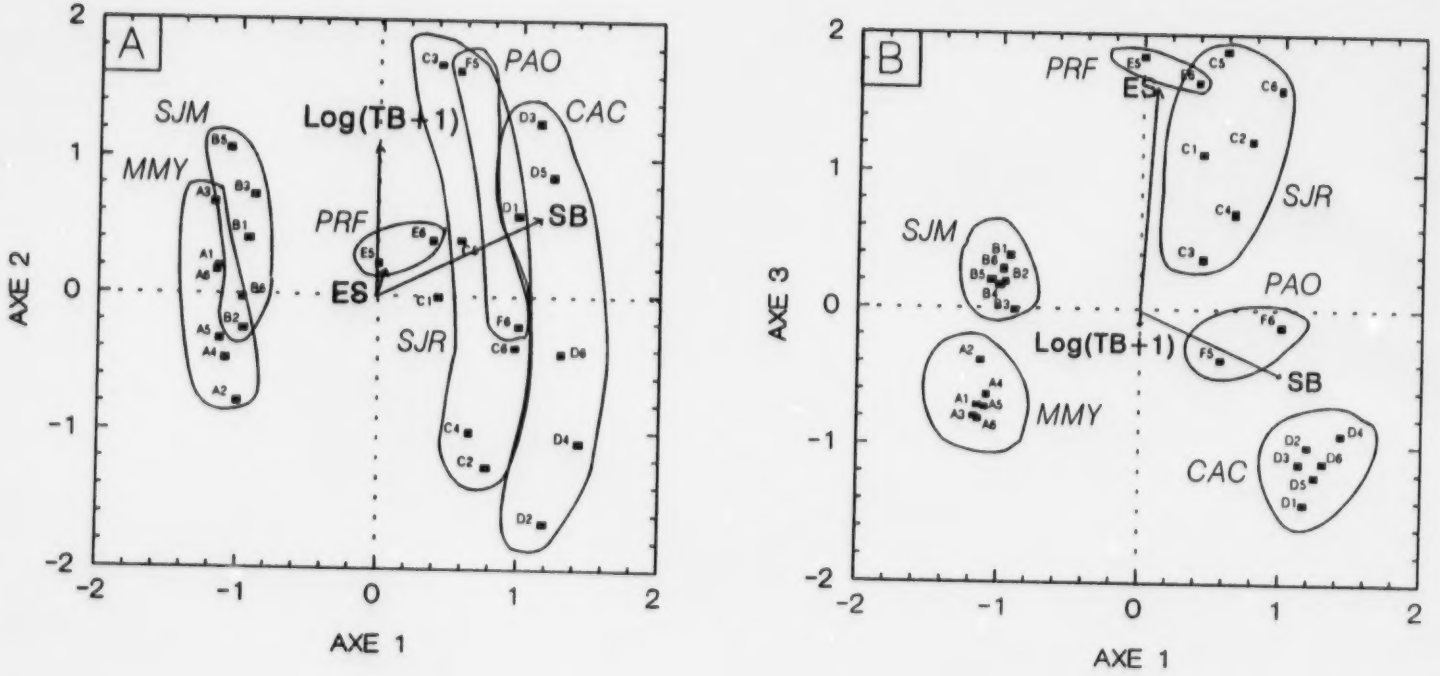

Fig. 4. Ordination des 28 sites-visites dans l'espace réduit obtenu de l'analyse en composantes principales basée sur les caractéristiques physico-chimiques des sites-visites (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

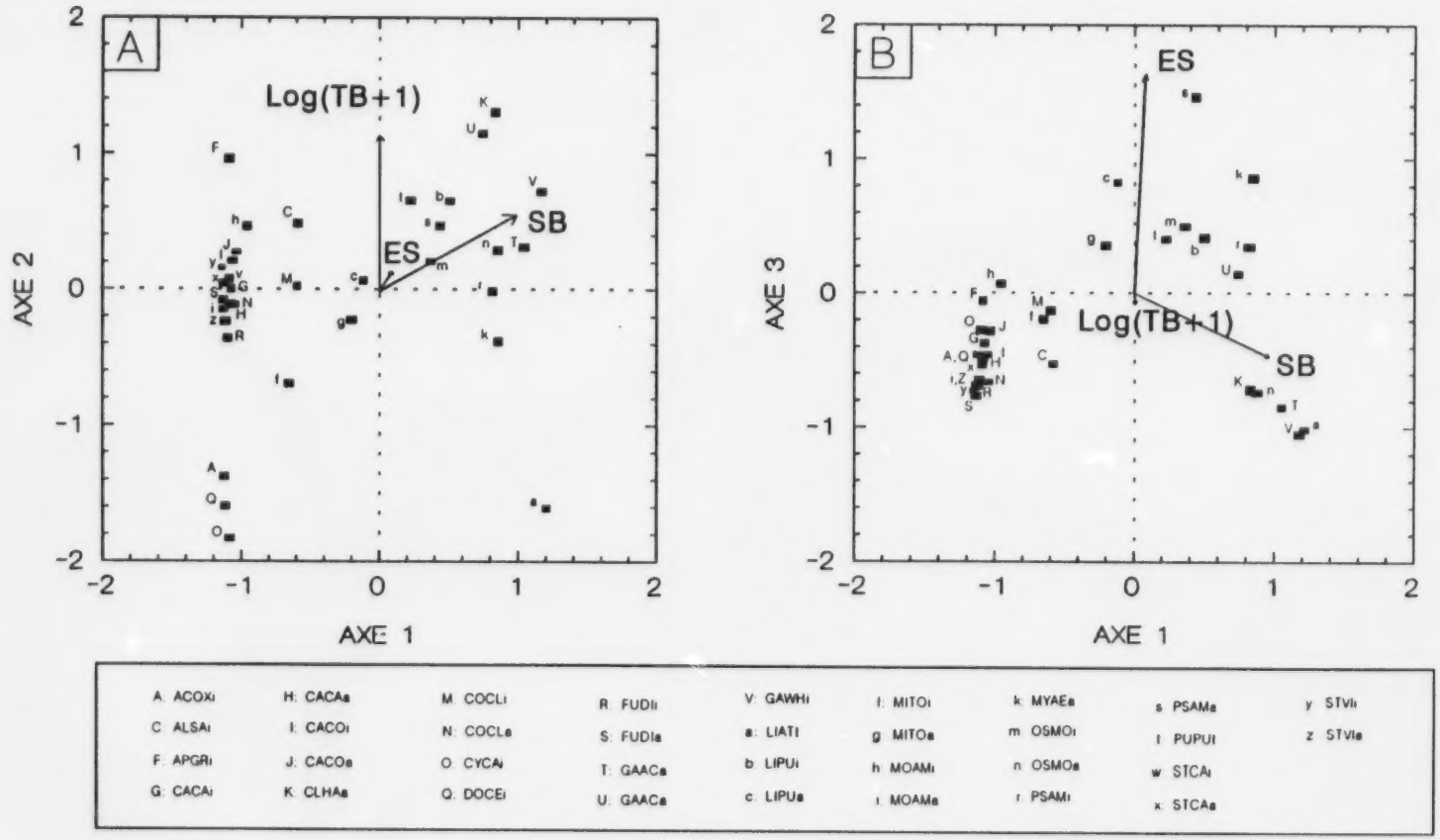

Fig. 5. Position du centroïde d'abondance des principaux taxons dans l'espace réduit physico-chimique (voir l'Annexe 1 pour la signification des symboles).

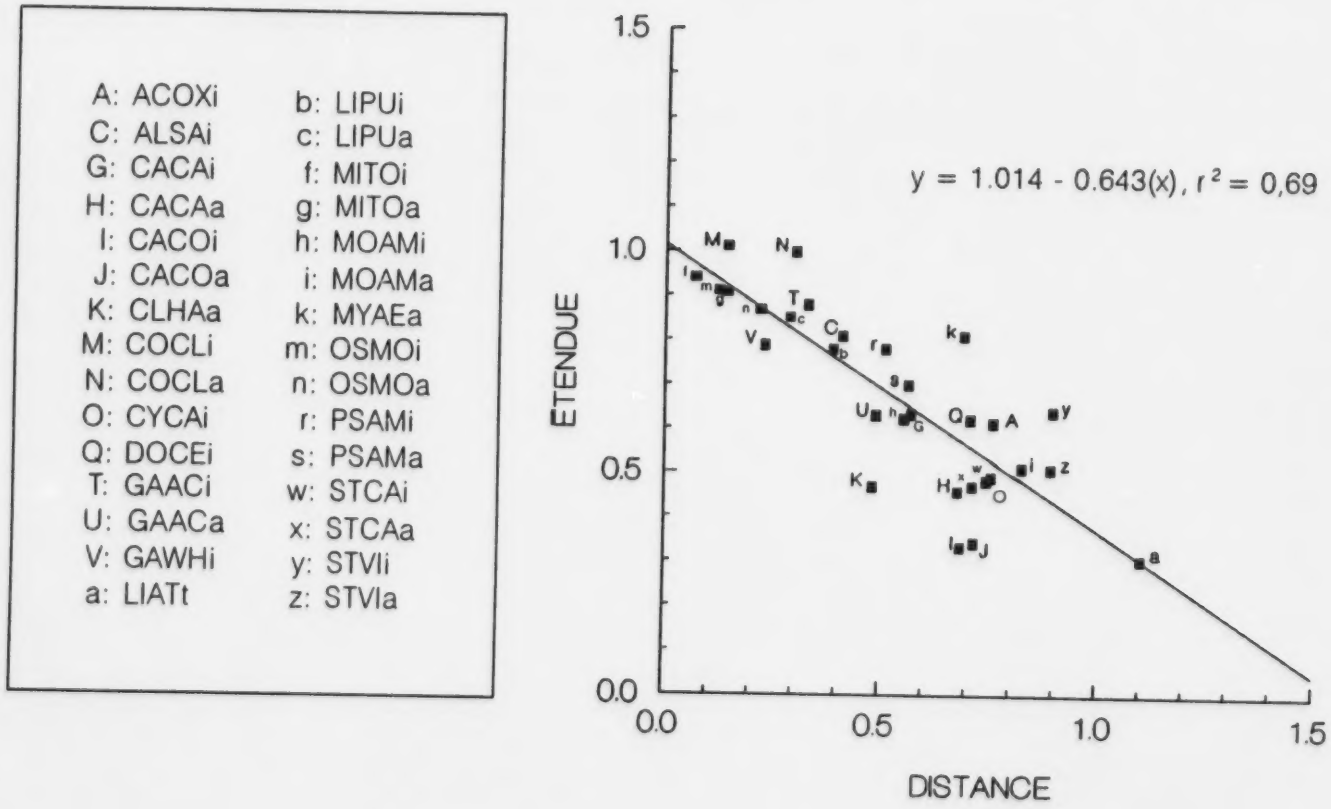

Fig. 6. **Relation entre l'étendue et la distance de la niche des principaux taxons (voir l'Annexe 1 pour la signification des symboles).**

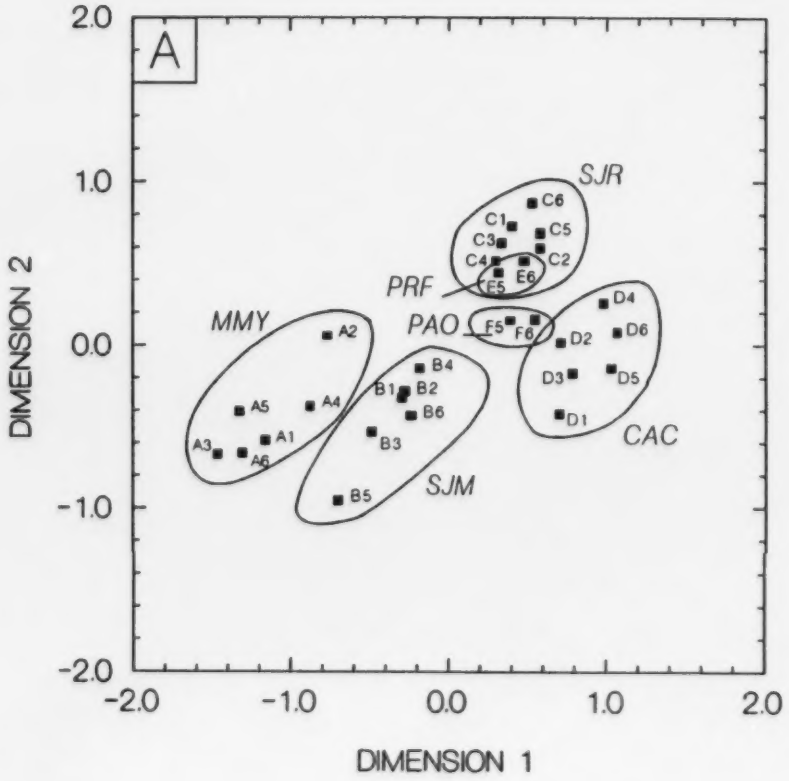

Fig. 7a. **Ordination des 28 sites-visites dans les 1re et 2e dimension du cadrage multidimensionnel basé sur l'abondance des 52 taxons (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).**

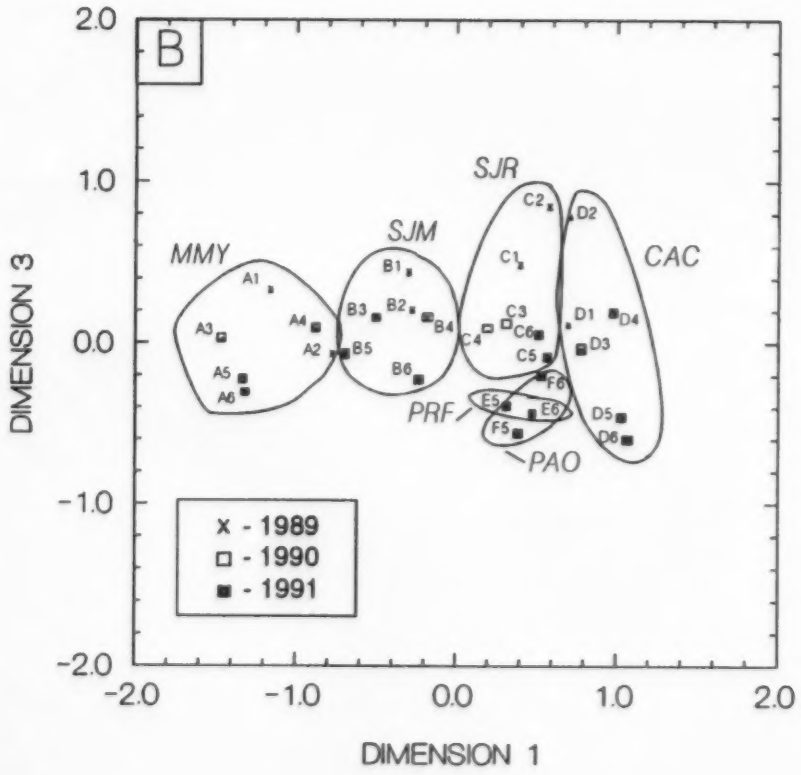

Fig. 7b. Ordination des 28 sites-visites dans les 1re et 3e dimension du cadrage multidimensionnel basé sur l'abondance des 52 taxons (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

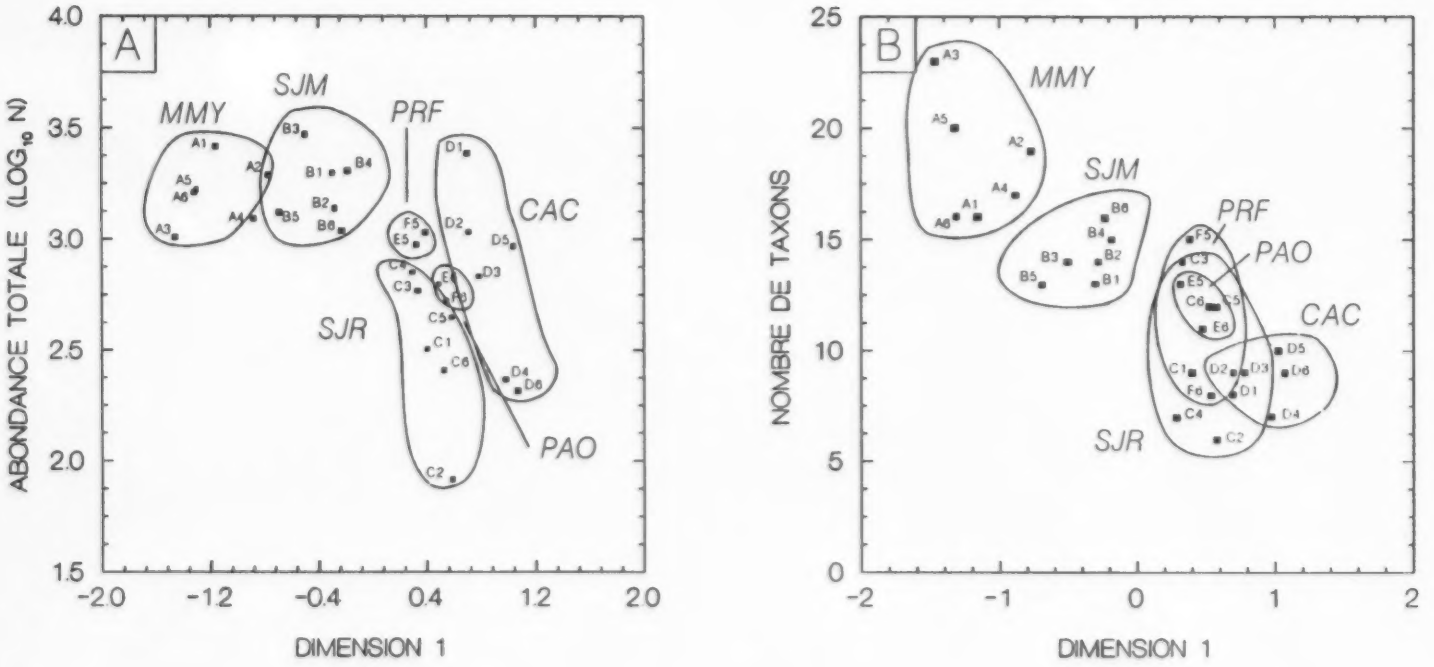

Fig. 8. Relation entre A) l'abondance totale de poisson et B) le nombre de taxons capturés et la première dimension du cadrage multidimensionnel (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

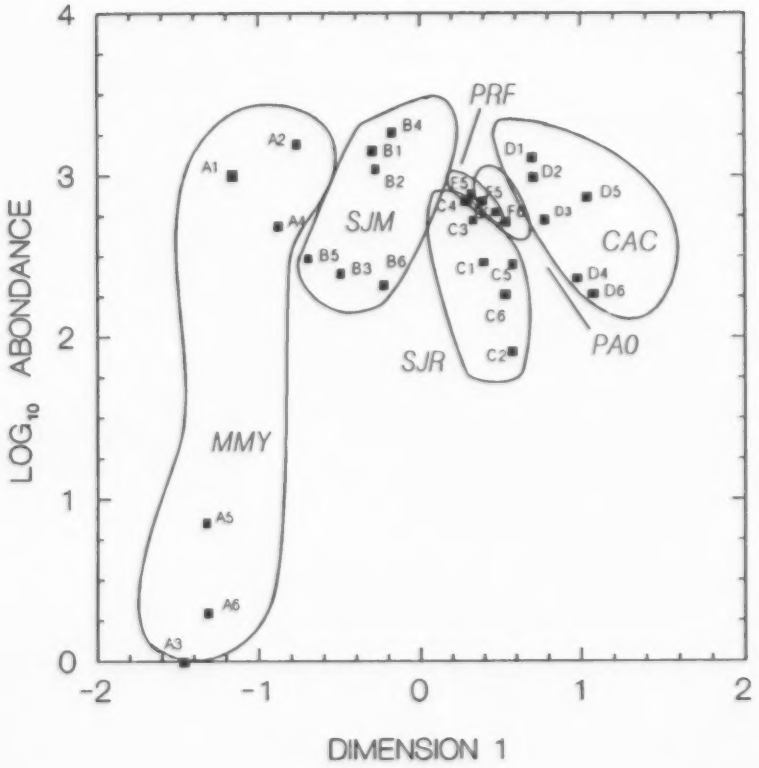

Fig. 9. Relation entre l'abondance totale de poulamons, d'éperlans et de plies lisses et la 1re dimension du cadrage multidimensionnel. Les sites-visites sont regroupés par site (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

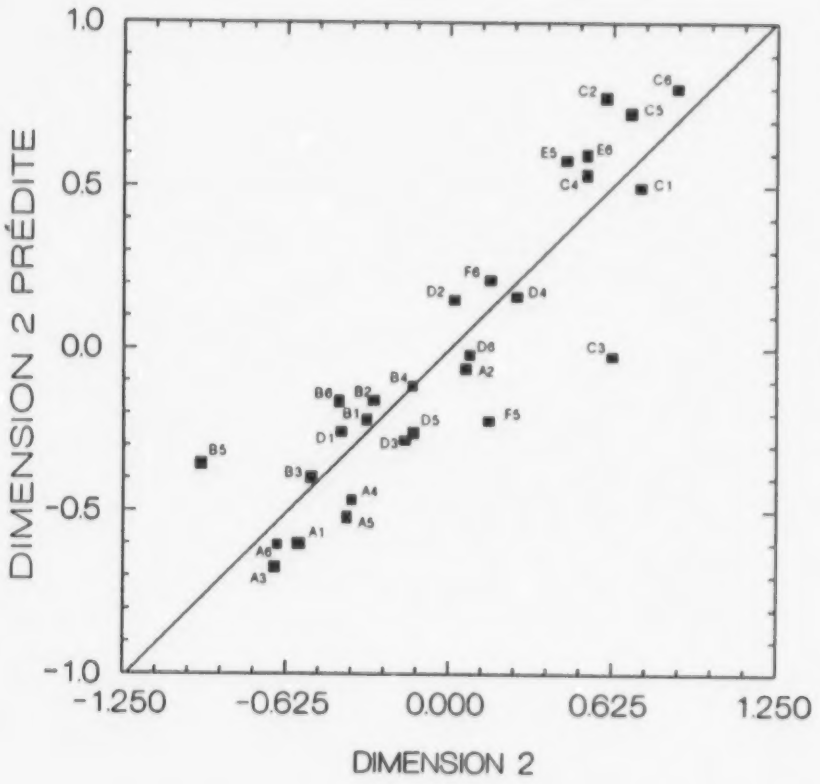

Fig. 10. Relation entre la 2e dimension du cadrage multidimensionnel et une combinaison linéaire de la température et de l'écart tidal de salinité:

$$D_2 = 1{,}28 - 1{,}47\ (\log(TB+1)) + 0{,}17\ (ES),\ r^2 = 0{,}81$$

(voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

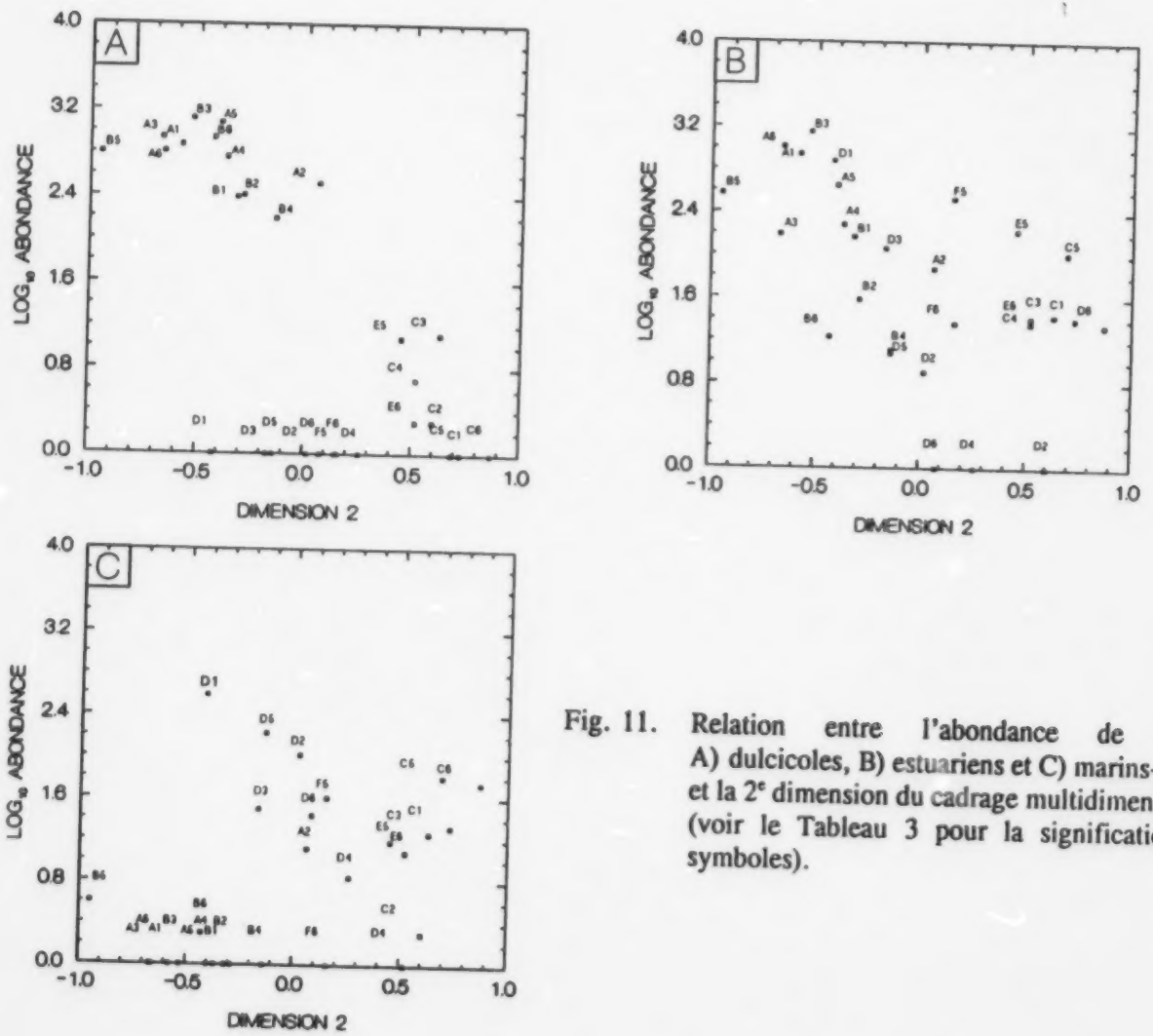

Fig. 11. Relation entre l'abondance de taxons A) dulcicoles, B) estuariens et C) marins-côtiers et la 2e dimension du cadrage multidimensionnel (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

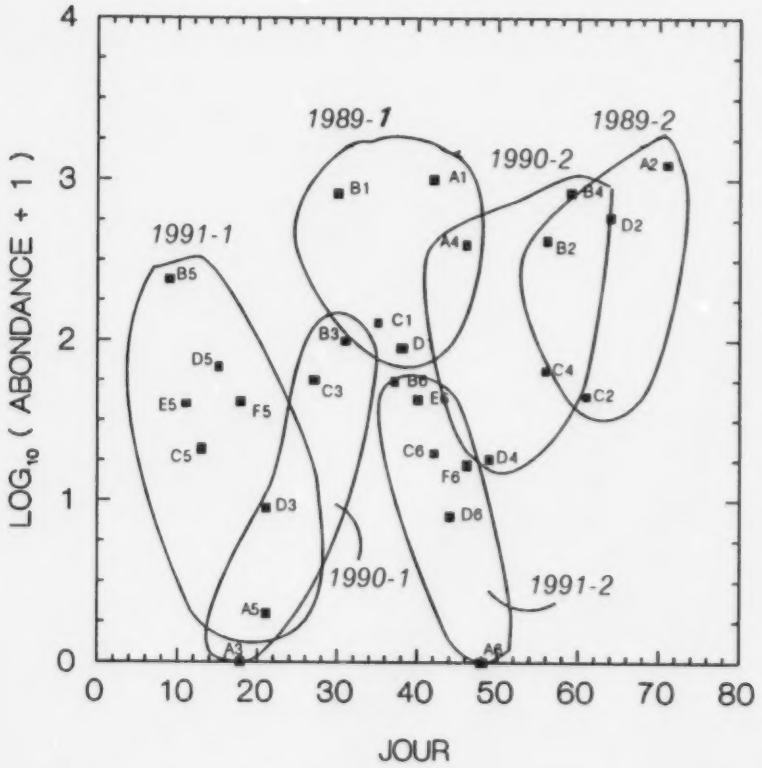

Fig. 12. Évolution de l'abondance de poulamons immatures en fonction de la date d'échantillonnage. Les sites-visites sont groupés par année et tournée d'échantillonnage (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

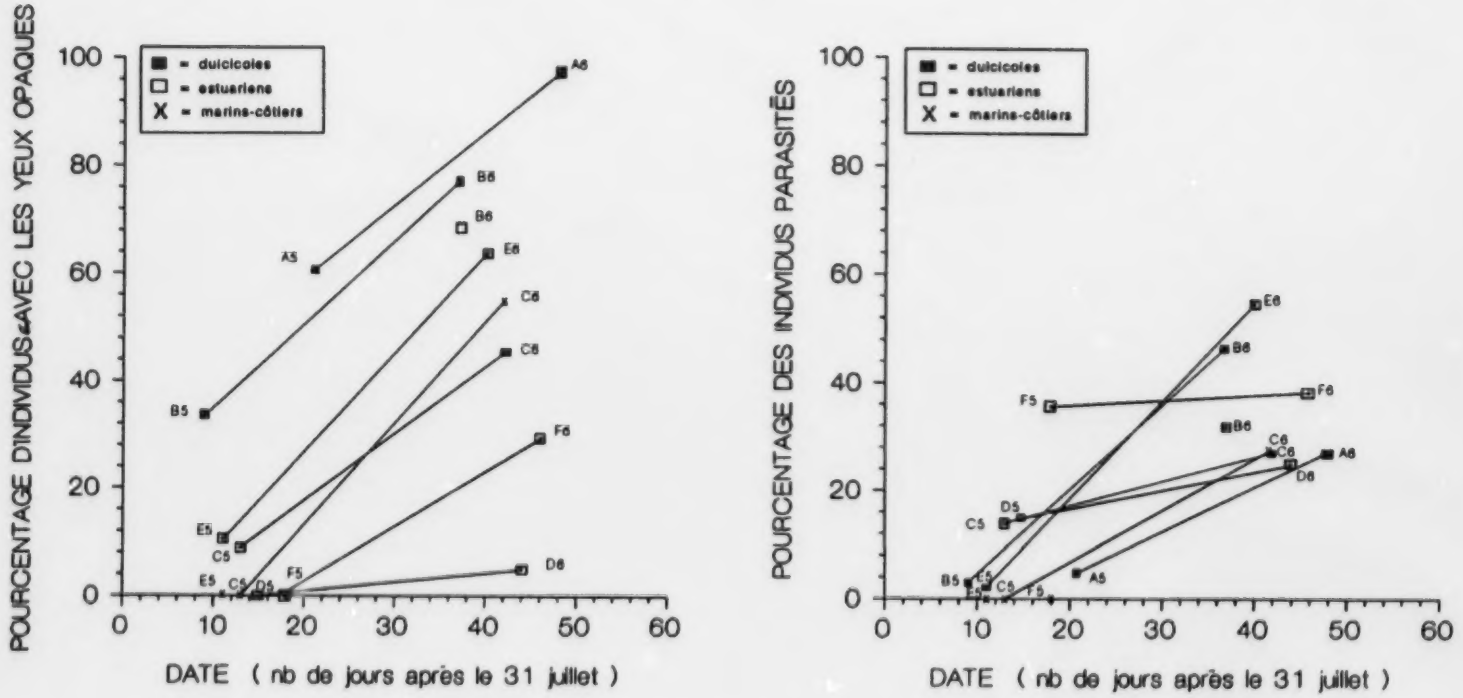

Fig. 13. Évolution spatio-temporelle de la fréquence d'occurrence d'yeux opaques et du taux de parasitisme chez les poissons dulcicoles, estuariens et marins-côtiers adultes en 1991 (voir le Tableau 3 pour la signification des symboles).

ANNEXE 1

LISTE DES ESPÈCES DE POISSONS CAPTURÉES DE 1989 À 1991 DANS LA ZONE INTERTIDALE DE L'ESTUAIRE MOYEN DU SAINT-LAURENT

CODE ESPÈCE	NOM FRANÇAIS	NOM LATIN
ACOXi	Esturgeon noir (immat.)	Acipenser oxyrhynchus
ALPSi	Gaspareau (immat.)	Alosa pseudoharengus
ALSAi	Alose savoureuse (immat.)	Alosa sapidissima
ANROi	Anguille d'Amérique (immatures)	Anguilla rostrata
APGRi,a	Malachigan (immat., adultes)	Aplodinotus grunniens
CACAi,a	Meunier rouge (immat., adultes)	Catostomus catostomus
CACOi,a	Meunier noir (immat., adultes)	Catostomus commersoni
CLHAa	Hareng atlantique (adultes)	Clupea harengus
COARt	Cisco de lac (immat. et adultes)	Coregonus artedii
COCLi,a	Grand corégone (immat., adultes)	Coregonus clupeaformis
CYCAi,a	Carpe allemande (immat., adultes)	Cyprinus carpio
DOCEi	Alose à gésier (immat.)	Dorosoma cepedianum
FUDIi,a	Fondule barré (immat., adultes)	Fundulus diaphanus
GAACi,a	Épinoches à trois épines (immat., adultes)	Gasterosteus aculeatus
GAWHi,a *	Épinoche tachetée (immat., adultes)	Gasterosteus wheatlandi *
ICNEi	Barbotte brune (immat.)	Ictalurus nebulosus
ICPUi,a	Barbue de rivière (immat., adultes)	Ictalurus punctatus
LIATt	Limace atlantique (immat. et adultes)	Liparis atlanticus
LIPUi,a	Plie lisse (immat., adultes)	Liopsetta putnami
LOLOa	Lotte (adultes)	Lotta lotta
MIDOa	Achigan à petite bouche (adultes)	Micropterus dolomieui
MITOi,a	Poulamon atlantique (immat., adultes)	Microgadus tomcod
MOAMi,a	Baret (Bar perche) (immat., adultes)	Morone americana
MYAEi,a	Chaboisseau bronzé (immat., adultes)	Myoxocephalus aeneus
MYSCa	Chaboisseau à épines courtes (adultes)	Myoxocephalus scorpius
OSMOi,a	Éperlan arc-en-ciel (immat., adultes)	Osmerus mordax
PEFLi,a	Perchaude (immat., adultes)	Perca flavescens
PHGUa	Sigouine de roche (adultes)	Pholis gunnellus
PSAMi,a	Plie rouge (immat., adultes)	Pseudopleuronectes americanus
PUPUt	Épinoche à neuf épines (immat. et adultes)	Pungitius pungitius
SAGAi,a	Truite arc-en-ciel (immat., adultes)	Salmo gairdneri
STVIi,a	Doré jaune (immat., adultes)	Stizostedion vitreum
STCAi,a	Doré noir (immat., adultes)	Stizostedion canadense

* Nouvelle espèce par rapport aux captures effectuées en 1989 et 1990.

ANNEXE 2

Indice d'abondance des 52 taxons capturés lors du suivi ichtyologique et valeur des paramètres de communauté à chacun des sites-visites: abondance à chacun des sites et à chacune des années.

Sites-visite A1 à F6

SITE-VISITE	ACOXi	ALPSi	ALSAi	ANROi	APGRi	APGRa	CACAi	CACAa	CACOi	CACOa	CLHAa	COARi	COCLi	COCLa	CYCAi	CYCAa	DOCEi	FUDIi
A1	-	-	862	-	-	-	49	247	42	73	-	-	18	32	-	-	11	-
A2	50	-	-	-	-	-	44	157	-	-	-	-	23	12	19	-	24	-
A3	5	-	97	1	1	1	231	322	2	36	-	5	35	76	1	1	-	-
A4	-	-	118	-	-	-	153	224	-	1	-	-	68	111	1	-	-	5
A5	5	5	123	-	-	-	522	371	2	-	-	-	309	101	1	-	-	3
A6	20	73	847	-	-	-	35	369	-	-	-	-	84	40	1	-	2	1
B1	-	-	147	-	-	-	75	130	2	30	-	-	-	1	-	-	-	-
B2	-	-	37	-	-	-	50	130	10	50	-	-	-	-	1	-	-	-
B3	-	-	1403	-	-	-	107	137	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-
B4	1	-	11	-	-	-	61	61	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
B5	10	-	368	-	-	3	160	40	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
B6	-	-	16	-	-	-	150	44	-	-	-	-	-	-	3	-	2	-
C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	11	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	4	-	-	-	-
C5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-
C6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
D1	-	-	754	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
D2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D3	-	-	115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	12	10	-	-	-	-	-	-
D6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	124	-	-	-	-	-
E6	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
F5	-	-	225	-	-	-	-	-	-	-	20	-	98	-	-	-	-	-
F6	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-

ANNEXE 2 (SUITE)

Indice d'abondance des 52 taxons capturés lors du suivi ichtyologique et valeur des paramètres de communauté à chacun des sites-visites: abondance à chacun des sites et à chacune des années.

Sites-visite A1 à F6

SITE-VISITE	FUDIa	GAACI	GAACa	GAWHI	GAWHa	ICNEI	ICPUI	ICPUa	LIATi	LIPUi	LIPUa	LOLOa	MIDOa	MITOi	MITOa	MOAMi	MOAMa	MYAEi
A1	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	992	-	27	93	-
A2	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1217	270	17	11	-
A3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-
A4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	395	95	28	1	-
A5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	5	46	11	-
A6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-
B1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	808	495	6	-	-
B2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	77	-	-	412	531	13	-	-
B3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	96	94	954	-	-
B4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	33	-	-	827	881	26	1	-
B5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	239	-	408	-	-
B6	-	-	-	1	-	-	1	-	-	15	55	-	-	54	15	631	-	-
C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128	136	-	-	-
C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44	30	-	-	-
C3	-	14	2	-	-	-	-	-	-	2	10	-	-	55	445	1	-	-
C4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	58	-	-	63	469	-	-	-
C5	-	24	7	-	-	-	-	-	-	7	16	-	-	20	174	-	-	-
C6	-	43	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	19	150	-	-	1
D1	-	383	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	71	-	-	-
D2	-	-	-	-	-	-	-	-	77	-	1	-	-	590	126	-	-	-
D3	-	23	7	-	-	-	-	-	-	5	2	-	-	8	33	-	-	-
D4	-	3	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	17	21	-	-	-
D5	-	20	-	146	-	-	-	-	-	32	-	-	-	66	10	-	-	-
D6	-	1	-	21	-	-	-	-	4	25	3	-	-	7	3	-	-	-
E5	-	13	-	-	-	-	-	-	-	125	144	-	-	39	181	11	-	-
E6	-	3	-	8	-	-	-	-	-	77	33	-	-	42	110	-	-	-
F5	-	-	7	9	3	-	-	-	-	179	40	-	-	40	133	-	-	-
F6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	11	-	-	16	132	-	-	-

ANNEXE 2 (SUITE)

Indice d'abondance des 52 taxons capturés lors du suivi ichtyologique et valeur des paramètres de communauté à chacun des sites-visites: abondance à chacun des sites et à chacune des années.

Sites-visite A1 à F6

SITE-VISITE	MYAEa	MYSCa	OSMOi	OSMOa	PEFLi	PEFLa	PHGUa	PSAMi	PSAMa	PUPUi	SAGAi	SAGAa	STCAi	STCAa	STVIi	STVIa
A1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73	19	64	2
A2	-	-	45	5	-	-	-	-	-	-	-	-	11	24	10	2
A3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	11	-	10	100	65	7
A4	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	11	24	-	10
A5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	108	14	5
A6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	90	-	2
B1	-	-	1	100	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
B2	-	-	18	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
B3	-	-	2	42	-	-	-	-	-	1	-	-	11	63	-	-
B4	-	-	2	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
B5	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	23	-	-
B6	-	-	15	52	-	-	-	-	-	-	-	-	5	33	-	-
C1	-	-	2	12	-	-	10	3	20	-	-	-	-	-	-	-
C2	1	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C3	1	-	1	20	-	-	-	1	20	-	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C5	32	-	2	64	-	-	10	70	-	-	-	-	-	-	-	-
C6	10	-	2	7	-	-	-	-	12	1	-	-	-	-	-	-
D1	-	-	151	971	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
D2	19	3	-	251	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
D3	-	-	7	483	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D4	3	-	3	181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D5	-	-	31	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D6	-	-	63	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E5	1	-	145	115	-	-	-	1	39	-	-	-	-	-	-	-
E6	-	-	334	7	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
F5	-	-	32	271	-	-	-	-	10	1	-	1	-	-	-	-
F6	-	-	36	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ANNEXE 2 (SUITE)

Indice d'abondance des 52 taxons capturés lors du suivi ichtyologique et valeur des paramètres de communauté à chacun des sites-visites: abondance à chacun des sites et à chacune des années.

Sites-visite A1 à F6

Sites-visites	N	S	RS	D	R
A1	2614	16	1.906	0.750	0.623
A2	1950	19	2.376	0.630	0.493
A3	1026	23	3.173	0.895	0.657
A4	1248	17	2.244	0.877	0.713
A5	1637	20	2.567	0.806	0.620
A6	1669	16	2.022	0.693	0.575
B1	1797	13	1.579	0.658	0.590
B2	1380	14	1.798	0.747	0.652
B3	2961	14	1.626	0.634	0.553
B4	2043	15	1.837	0.568	0.483
B5	1321	13	1.67	0.736	0.661
B6	1092	16	2.144	0.683	0.567
C1	319	9	1.308	0.570	0.598
C2	82	6	1.135	0.455	0.585
C3	588	14	2.039	0.442	0.386
C4	710	7	0.914	0.489	0.578
C5	447	12	1.803	0.835	0.774
C6	256	12	1,984	0.618	0.573
D1	2426	8	0.898	0.624	0.691
D2	1074	9	1,146	0.539	0.564
D3	683	9	1.226	0.436	0.457
D4	233	7	1.101	0.371	0.439
D5	928	10	1.317	0.536	0.536
D6	207	9	1.5	0.676	0.708
E5	943	13	1.752	0.912	0.819
F5	1069	15	2.007	0.880	0.748
F6	528	8	1.117	0.643	0.712

ANNEXE 2 (SUITE)

Indice d'abondance des 52 taxons capturés lors du suivi ichtyologique et valeur des paramètres de communautés à chacun des sites-visite; abondances à chacun des sites .

SITE	ACOXi	ALPSi	ALSAi	ANROi	APGRi	APGRa	CACAi	CACAa	CACOi	CACOa	CLHAa	COARi	COCLi	COCLa	CYCAi	CYCAa	DOCEi	FUDLi	FUDLa	GAACi
A	80	78	2047	170	167	116	1034	1690	46	110	0	5	537	372	23	1	37	9	6	7
B	11	0	1982	0	0	3	603	542	22	111	0	0	0	1	8	0	3	0	0	3
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	17	0	0	0	0	0	81
D	0	1	871	0	0	0	0	0	0	0	13	10	0	0	0	0	0	0	0	430
ANNÉES A,B,C ET D																				
1989	50	0	1802	0	0	0	218	664	54	153	1	0	41	47	20	0	35	0	0	390
1990	6	0	1744	1	1	1	552	744	12	67	0	5	130	202	6	1	0	5	0	40
1991	35	79	1354	0	0	3	867	824	2	1	12	10	422	141	5	0	5	4	6	91

SITE	GAACa	GAWHi	GAWHa	ICNEi	ICPUi	ICPUa	LIATi	LIPUi	LIPUa	LOLOa	MIDOa	MITOi	MITOa	MOAMi	MOAMa	MYAEi	MYAEa	MYSCa	OSMOi	OSMOa
A	0	0	0	1	1	11	0	0	0	2	1	2605	370	167	116	0	0	0	46	5
B	0	1	0	0	4	0	0	18	176	0	0	2436	2016	2038	1	0	0	0	99	373
C	9	0	0	0	0	0	0	15	93	0	0	329	1404	1	0	1	44	0	9	196
D	7	167	0	0	0	0	81	67	60	0	0	776	264	0	0	0	22	3	255	2566
ANNÉES A,B,C ET D																				
1989	0	0	0	0	2	10	77	0	85	2	0	4279	1659	63	104	0	20	3	219	1392
1990	9	0	0	1	2	1	0	20	114	0	0	1461	2038	1025	2	0	4	0	15	945
1991	7	168	0	0	1	0	4	80	76	0	1	406	357	1118	11	1	42	0	175	803

ANNEXE 2 (SUITE)

Indice d'abondance des 52 taxons capturés lors du suivi ichtyologique et valeur des paramètres de communautés à chacun des sites-visite; abondance à chacun des sites .

SITE	PEFLi	PEFLa	PHGUa	PSAMi	PSAMa	PUPUi	SAGAi	SAGAa	STCAi	STCAa	STVIi	STVIa	N
A	1	2	0	0	0	0	11	0	174	365	153	28	10144
B	0	0	0	0	1	1	0	0	20	121	0	0	10594
C	0	0	10	14	122	1	0	0	0	0	0	0	2402
D	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	5551
ANNÉE													
A,B,C ET D													
1989	0	0	10	15	21	0	0	0	84	44	74	4	11642
1990	1	2	0	1	20	1	11	0	32	188	65	17	9492
1991	0	0	0	10	82	1	0	0	78	254	14	7	7557